

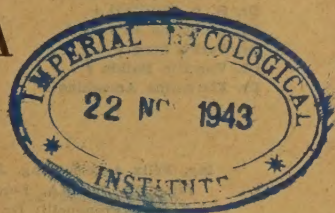
ARGENTINA

ANALES

DE LA

SOCIEDAD CIENTIFICA

ARGENTINA



DIRECTOR: EMILIO REBUELTO

ABRIL 1942 — ENTREGA IV — TOMO CXXXIII

SUMARIO

	PÁG.
G. WUNENBURGER. — El microscopio electrónico	249
W. KNOCHÉ Y V. BORZACOV. — Índice de variabilidad climática	279
ALFONSO CASTRONOVO. — Nota sobre los cromosomas de «Coryacris Augustipennis»	293

BUENOS AIRES
CALLE SANTA FE 1145

1942

SOCIEDAD CIENTIFICA ARGENTINA

SOCIOS HONORARIOS

Dr. Pedro Visca †	Dr. Carlos Darwin †	Dr. Walter Nernst †
Dr. Mario Isola †	Dr. César Lombroso †	Dr. Alberto Einstein
Dr. Germán Burmeister †	Ing. Luis A. Huerco †	Dr. Cristóbal M. Hicken †
Dr. Benjamín A. Gould †	Ing. Vicente Castro †	Dr. Angel Gallardo †
Dr. R. A. Philippi †	Dr. Juan J. J. Kyle †	Dr. Eduardo L. Holmberg †
Dr. Guillermo Rawson †	Dr. Estanislao S. Zeballos †	Ing. Guillermo Marconi †
Dr. Carlos Berg †	Ing. Santiago E. Barabino †	Ing. Eduardo Huerco †
Dr. Valentín Balbín †	Dr. Carlos Spegazzini †	Dr. Enrique Ferri †
Dr. Florentino Ameghino †	Dr. J. Mendizábal Tamborel †	

CONSEJO CIENTIFICO

Ing. Félix Agullar; Ing. José Babini; Dr. Horacio Damianovich; Prof. Carlos E. Dieulefalt; Dr. Juan A. Domínguez; Dr. Gustavo A. Fester; Dr. Alfredo Franceschi; Dr. Joaquín Frenguelli; Dr. Josué Gollan (h.); Dr. Bernardo A. Houssay; Dr. Cristofredo Jakob; Dr. Ramón G. Loyarte; Dr. Emiliano J. Mac Donagh; Dr. R. Armando Marotta; Dr. Julio Méndez; Ing. Agr. Lorenzo R. Parodi; Dr. Franco Pastore; Capitán de fragata Héctor R. Ratto; Vicealmirante Segundo R. Storni; Dr. Alfredo Sordelli; Dr. Reinaldo Vanossi; Dr. Enrique V. Zappi.

JUNTA DIRECTIVA

(1941-1942)

<i>Presidente</i>	Ingeniero Jorge W. Dobranich
<i>Vicepresidente 1°</i>	Ingeniero Enrique Chanourdie
<i>Vicepresidente 2°</i>	
<i>Secretario de actas</i>	Profesor José F. Molfino
<i>Secretario de correspondencia</i>	Ingeniero José S. Gandolfo
<i>Tesorero</i>	Ingeniero Edmundo Parodi
<i>Bibliotecario</i>	Doctor Reinaldo Vanossi
	Ingeniero Carlos A. Lizer y Trelles
	Ingeniero Antonio Paitoví
	Ingeniero Nicolás Besio Moreno
	Doctor Antonio Casacuberta
<i>Vocales</i>	Ingeniero Julio R. Castiella
	Doctor Marcelino Herrera Vegas
	Doctor Jorge Magnin
	Doctor José Llauró
	Doctor Juan C. Vignaux
	Doctor Lucio D'Ascoli
	Doctor Santo S. Faré
<i>Suplentes</i>	Ingeniero Carlos M. Gadda
	Ingeniero Benno J. Schnack
	Ingeniero Eduardo Volpatti
	Ingeniero Pablo E. Bordenave
<i>Revisores de balances anuales</i>	Doctor Jacobo Walner

ADVERTENCIA. — Los colaboradores de los Anales son personalmente responsables de la tesis sustentada en sus escritos. Tienen derecho a la corrección de dos pruebas. Los que deseen tirada aparte de 50 ejemplares de sus artículos, deben solicitarla por escrito. Artº 10 del Reglamento de los "ANALES" (modificado por la J. D. en su sesión de fecha 4 de septiembre 1941). Los escritos originales destinados a la Dirección de los "Anales", serán remitidos a la Administración de la Sociedad, calle Santa Fe 1145, a los efectos de registrar la fecha de entrega para luego enviarlos al señor Director. La Sociedad no tomará en consideración las observaciones de los autores que se refieran a cualquier anomalía, si no se ha cumplido con el requisito indicado.

EL MICROSCOPIO ELECTRONICO

POR EL

ING. G. WUNENBURGER

CONFERENCIA PRONUNCIADA EN LA SOCIEDAD CIENTÍFICA ARGENTINA
EL DÍA 9 DE SEPTIEMBRE DE 1941

La observación directa de objetos extremadamente pequeños es de fundamental importancia para la ciencia y para la técnica. Por consiguiente, el instrumento que nos hace posible tal observación, el microscopio, es hoy uno de los auxiliares indispensables de la investigación científica.

Puede decirse que la microscopía empezó a adquirir importancia científica a mediados del siglo pasado cuando, por obra de Pasteur y de Koch, fué creada la bacteriología y por largo tiempo quedó de propiedad casi exclusiva de los biólogos, de los bacteriólogos y de los médicos. Sucesivamente, el desarrollo de las industrias ha creado otros campos importantísimos de aplicación para el microscopio en el estudio de las estructuras de las materias primas y de los productos elaborados; en particular la metalografía, en la cual el microscopio desempeña un papel fundamental, tiene hoy una singular importancia en la determinación de la estructura de los metales y de sus aleaciones, así como en el estudio de sus propiedades.

A pesar del alto grado de perfeccionamiento alcanzado y de los señalados servicios que ha prestado y sigue prestando, el microscopio óptico resulta en muchos casos insuficiente para las necesidades de la ciencia moderna. Por otra parte, el desarrollo de la física atómica no solamente ha abierto a la ciencia un nuevo campo de investigación y ha permitido que nuestros conocimientos sobre la constitución de la materia hicieran inmensos progresos, sino también ha ampliado considerablemente los límites del mundo micros-

cópico extendiéndolos a valores que constituyen el extremo inferior en las dimensiones del universo material.

Y, en el universo que nos rodea, este mundo microscópico tiene hoy una importancia científica mucho mayor que el mundo macroscópico. Si Galileo y Newton establecieron las leyes universales de la física en base a la observación del mundo macroscópico, los físicos modernos las deducen en cambio del estudio de los átomos, de los electrones y de las partículas nucleares, o sea de los elementos más pequeños del mundo microscópico.

Las dimensiones del mundo atómico no son perceptibles con ningún instrumento óptico, pero las mismas teorías sobre la constitución de la materia así como el estudio de las radiaciones de longitud de onda menor que la óptica, nos han permitido hallar otros métodos y nuevos instrumentos que hacen posible tal percepción; nos referimos a la difracción de los rayos Röntgen por los retículos cristalinos, al espectrógrafo de masa y, principalmente, al microscopio electrónico, que permite ver a dimensiones poco superiores a las de los átomos y de las moléculas.

Hemos mencionado que la microscopía moderna se ha iniciado con Pasteur y Koch. El microscopio, por supuesto, existía antes de que la usaran estos dos ilustres sabios. Las propiedades de las lentes han sido conocidas desde tiempos muy antiguos. Pero, hablando de microscopios, hay que rendir un justo homenaje al holandés Antonio van Leeuwenhoek (1632-1723) quien, a mediados del siglo XVII, construyó los primeros instrumentos que puedan ser designados con tal nombre (*).

Los trabajos de Euler, Gauss, Fresnel y Fraunhofer han contribuido al desarrollo del microscopio óptico, pero el grado de perfección alcanzado por los instrumentos modernos se debe a Ernesto Abbe (1840-1905), célebre óptico alemán, fundador del Instituto Carlos Zeiss de Jena, quien con la creación del objetivo apocromático, del condensador y del objetivo de inmersión hizo posible la construcción de microscopios que permiten llegar al límite del poder resolutivo en condiciones de aplanatismo y acromatismo muy notables.

(*) La original figura de este célebre óptico y bacteriólogo ha sido puesta de relieve en una interesantísima biografía contenida en la magistral obra de PAUL DE KRUIF: *Microbe Hunters* (ed. Harcourt Brace and Co., New York, 1926).

El mismo Abbe estableció, en base a la teoría de la difracción de la luz, el límite del poder resolutivo del microscopio óptico, límite que, en las condiciones óptimas de iluminación del objeto con luz oblicua, queda determinado por la siguiente relación:

$$d = \frac{0,5 \lambda}{N}$$

donde d es la distancia mínima que puede ser percibida entre dos puntos del objeto, λ la longitud de onda de la luz empleada y N la abertura numérica del objetivo siendo

$$N = n \cdot \sin \alpha$$

donde n es el índice de refracción del medio en que se halla el objeto y α el semiángulo que incluyen dos rayos de luz que, partiendo de un punto del objeto, aún penetran en el objetivo.

Dicha condición límite admite que los rayos luminosos sigan el recorrido geométrico ideal, o sea que no existan aberraciones esféricas o cromáticas. En realidad no es así, de modo que el límite real será un poco mayor del teórico.

Siendo que $\sin \alpha$ no puede ser mayor que la unidad y que no se conocen medios de inmersión con índice de refracción mayor que 1,7 (el clásico aceite de cedro tiene $n = 1,53$), la abertura no puede ser mayor que dicho valor y, por consiguiente, el único medio para disminuir el valor de la distancia mínima d , o sea para aumentar el poder resolutivo del microscopio, es el de disminuir la longitud de onda.

A continuación se indican los valores teóricos del poder resolutivo en función de la abertura numérica para distintas longitudes de onda y, además, el aumento en diámetros, establecido con la fórmula

$$A = \frac{1,5 \cdot 10^{-2}}{d \cdot 10^{-8}}$$

donde 0,015 cm es la distancia mínima que en término medio puede

ser apreciada a simple vista con el ojo en estado de visión normal y d el poder resolutivo en Angström.

N	verde claro $\lambda = 5300 \text{ \AA}$		violeta $\lambda = 4000 \text{ \AA}$		ultravioleta $\lambda = 3000 \text{ \AA}$	
	d	A	d	A	d	A
1,7	1560	960	1178	1275	882	1699
1,6	1655	906	1250	1200	937	1602
1,5	1768	847	1333	1125	1000	1500
1,4	1892	792	1429	1050	1070	1402
1,3	2040	735	1539	975	1153	1299

d en Angström; A en diámetros.

De estos valores se desprende que para visión directa con luz verde clara e inmersión normal en aceite de cedro ($N = 1,3$) la distancia mínima que puede ser percibida es del orden de $2000 \text{ \AA}$ con un aumento máximo de aproximadamente 730 diámetros.

Con luz ultravioleta y abertura numérica máxima de aproximadamente 1,5, la distancia mínima apreciable es de $1000 \text{ \AA}$ con un aumento de apro. 1500 diámetros. Este valor ha sido alcanzado con lentes de fluorita y cuarzo y con luz ultravioleta, pero las imágenes ya no son visibles directamente.

Algunos dicen haber alcanzado con este medio y ampliación fotográfica un aumento total de 3000 diámetros, que de todos modos ha de constituir el límite alcanzable por medios ópticos, y aun cuando el hecho de poseer instrumentos que permiten al ojo humano discernir objetos de un diezmilésimo de milímetro constituya un resultado muy notable, y se sabe desde hace mucho tiempo que aún para la investigación del mundo biológico ello resulta insuficiente, pues muchos objetos permanecen invisibles (p. ej.: la mayor parte de los virus).

El empleo de radiaciones de longitud de onda muy corta, como los rayos X o γ no es posible con instrumentos ópticos, porque no se saben construir lentes capaces de refractarlas.

Ya en el año 1878 el mismo Abbe dijo que los instrumentos que quizás en el futuro puedan constituir un medio de investigación más eficiente que el actual (del 1878) microscopio, no tendrían de común con este sino el nombre.

Abbé estaba en lo cierto. El instrumento por él soñado que recién

ha encontrado su realización en estos últimos años, el microscopio electrónico, a pesar de las múltiples analogías, no es un instrumento de óptica.

* * *

Ya hace más de 100 años, Sir William Hamilton (*) demostró que existe una analogía directa entre la trayectoria de un rayo de luz a través de un medio refringente y la de una partícula en movimiento a través de campos conservativos de fuerza.

Descubierta la existencia del electrón libre en los rayos catódicos y conocidas sus propiedades, apareció evidente que el electrón en movimiento en el vacío y sometido a la acción de los campos magnéticos y eléctricos debía obedecer a las leyes y principios formulados por Hamilton.

Ya en el año 1881 Goldstein denominó sus cátodos cóncavos con el nombre de « espejos » y habló de la « abertura » de un haz de rayos catódicos.

Lenard, en la conferencia pronunciada en el año 1906 al recibir el premio Nobel dijo, hablando de las experiencias realizadas por Crooke en 1894: « Las observaciones realizadas con estas radiaciones pusieron en evidencia, por primera vez en aquella oportunidad, que con los rayos catódicos en el vacío pueden efectuarse experiencias igualmente precisas, diríamos casi de óptica geométrica, como con los rayos de luz ».

Los estudios posteriores han confirmado en todos puntos estas predicciones. Las propiedades de las partículas afectadas de carga eléctrica y de masa, en movimiento en el vacío bajo la influencia de campos magnéticos o eléctricos, en particular de los electrones que constituyen los rayos catódicos, han dado lugar a un nuevo capítulo de la física: la *óptica geométrica electrónica*, que tiene una analogía formal absoluta con la óptica geométrica clásica.

Las propiedades de la óptica geométrica electrónica son aplicables a cualquier partícula que posea las mencionadas propiedades, sean ellas electrones, protones, positrones u otras. En general, se aplican a los rayos catódicos, o sea a los electrones, que son de más fácil obtención. No son aplicables a los cuantos de luz, que caracterizan las radiaciones electromagnéticas, pues su existencia se halla vinculada con el hecho de que se mueven con la velocidad de $3 \cdot 10^{10}$

(*) *Trans. Roy. Irish. Acad.*, 1829-1830-1837.

cm/sec, y si bien transportan cierta cantidad de energía desde el punto de su generación hasta el de su absorción y también una masa proporcional a tal cantidad de energía, no tienen carga eléctrica.

Dichas propiedades se resumen en los puntos siguientes:

El rayo catódico. — Así como la óptica geométrica presume la existencia de un rayo de luz, la óptica electrónica se halla supeditada a la existencia del rayo catódico, constituido por electrones que bajo la influencia de un campo eléctrico adquieren en el vacío una velocidad definida por la ecuación aproximada

$$v = 0,593 \sqrt{U} \cdot 10^8 \text{ cm/s}$$

o, más exactamente, por la expresión relativista

$$v_r = c \sqrt{1 - \frac{1}{\left(1 + 1.761 \frac{U}{c^2} 10^{15}\right)^2}} \text{ cm/s}$$

donde U es la diferencia de potencial aceleradora (en volt) y c la velocidad de la luz (*).

(*) De acuerdo con la mecánica clásica, la velocidad del electrón queda definida por la ecuación energética

$$\frac{1}{2} m v^2 = e \cdot U \cdot 10^8$$

de donde

$$v = \sqrt{2 \frac{e}{m} U 10^8}$$

Reemplazando en ésta el cociente $\frac{e}{m}$ por su valor $1.761 \cdot 10^7$ unidades electromagnéticas CGS, se obtiene la expresión indicada arriba, la que, sin embargo, sólo rige para pequeños valores de la velocidad.

Para velocidades elevadas hay que tener en cuenta la variación de la masa, determinada por la ecuación de Lorentz, siendo entonces la ecuación energética

$$m c^2 \left(\frac{1}{\sqrt{1 - \left(\frac{v_r}{c}\right)^2}} - 1 \right) = e \cdot U \cdot 10^8$$

de donde resulta

$$v_r = c \sqrt{1 - \frac{1}{\left(1 + \frac{e}{m} \frac{U}{c^2} 10^8\right)^2}}$$

y reemplazando $\frac{e}{m}$ por su valor, se llega a la segunda expresión arriba indicada.

Calculando con ambas fórmulas, se obtienen los siguientes valores:

$U = .100$	1 000	10 000	60 000	100 000	Volt
$v = 5\,930$	18 800	59 300	145 500	188 000	km/s
$v_r = 5\,930$	18 800	58 600	134 000	164 000	km/s

Se observa que los valores indicados por la fórmula relativista se diferencian de los que resultan de la primera, derivada de la mecánica clásica, recién a partir de los 10 000 volt, valor que, por consiguiente, constituye el límite para la validez de la primera fórmula.

La trayectoria de los electrones en el vacío es rectilínea, pero queda modificada bajo la influencia de campos magnéticos o eléctricos.

Desviación electrostática.—Un electrón que se mueva en un campo eléctrico uniforme de E Volt/cm con velocidad inicial v perpendicular a la dirección del campo, describe una trayectoria

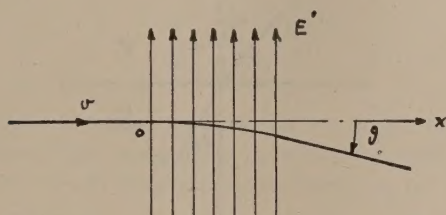


FIG. 1.

parabólica en el plano de las líneas de fuerza (fig. 1) que para electrones lentos queda definida por la ecuación

$$y = \frac{1}{4} \frac{E}{U} x^2$$

siendo el ángulo de desviación:

$$\operatorname{tg} \delta = \frac{dy}{dx} = \frac{1}{2} \frac{E}{U} \cdot x$$

Así, electrones de 100 V, al recorrer $x = 4$ cm en un campo de 10 v/cm, se desvían en un ángulo equivalente a

$$\operatorname{tg} \delta = 2 \frac{10}{100} = 0,2$$

o sea de apr. 11° .

Ley de refracción.— Cuando un rayo de luz atraviesa la superficie de separación de dos medios refringentes, se desvía de acuerdo con la ley de Snellius Descartes

$$\frac{\operatorname{sen} \alpha_1}{\operatorname{sen} \alpha_2} = \frac{n_2}{n_1}$$

En forma análoga, un haz de electrones que atraviese una zona en la cual el potencial electrostático sufre una variación repentina

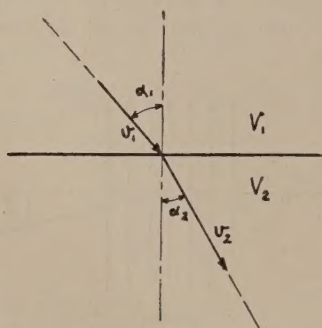


FIG. 2.

modifica su velocidad y con ella su dirección (fig. 2), de acuerdo con la ecuación:

$$\frac{\operatorname{sen} \alpha_1}{\operatorname{sen} \alpha_2} = \frac{v_2}{v_1} = \sqrt{1 + \frac{U}{V_1}}$$

siendo $U = V_2 - V_1$ el salto del potencial.

En la óptica, un sistema puede tener una o varias superficies de separación entre medios; por el contrario, en la óptica electrónica existe entre dos electrodos una infinidad de superficies equi-

potenciales y el potencial a lo largo de una trayectoria varía en forma continua.

Esta particularidad corresponde a los casos de la óptica en que el índice de refracción varía en forma continua (p. ej.: en la atmósfera). En estos casos, la curvatura del rayo de luz se calcula con la expresión

$$\frac{1}{\rho} = \frac{1}{n} \text{grad } n \cdot \cos \alpha$$

donde n es el índice de refracción variable (fig. 3).

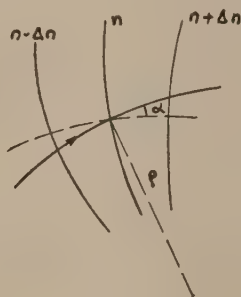


FIG. 3.

Para un haz de electrones que atraviesa un campo eléctrico con gradiente continuo, rige exactamente la misma expresión, definiéndose, sin embargo, en este caso el índice de refracción por el cociente

$$n = \frac{v}{c} \quad \text{para electrones lentos } (U < 10 \text{ kV})$$

$$n = \frac{v}{c} \frac{1}{\sqrt{1 - \left(\frac{v}{c}\right)^2}} \quad \text{para electrones rápidos } (U > 10 \text{ kV})$$

donde c es la velocidad de la luz y v la velocidad del electrón en cada punto del campo.

En la ley de refracción que se acaba de mencionar, se basa la construcción de las *lentes electrostáticas*, para cuya realización se disponen electrodos en forma de cuerpos de rotación alrededor del eje óptico (diafragmas, cilindros), obteniéndose campos cuyas su-

perfiles de nivel tienen forma análoga a las superficies de las lentes ópticas.

En su forma más simple pueden ser constituidas por un solo diafragma que establezca la separación entre dos zonas de distinto gradiente de potencial, en particular en una de las zonas el gradiente puede ser cero (fig. 4). En correspondencia del orificio, las

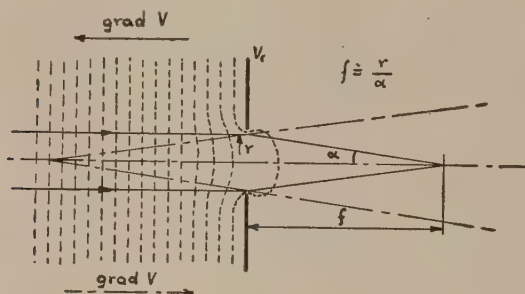


FIG. 4.

superficies equipotenciales se deforman según las líneas punteadas, provocando una concentración (o dispersión) del haz de electrones que incide según el eje óptico.

El dispositivo óptico indicado en la figura será convergente cuando el gradiente del campo a la izquierda del diafragma, referido al sentido del movimiento de los electrones, sea negativo, y divergente en caso opuesto (*).

Este dispositivo resulta ser muy imperfecto, pues el efecto de concentración de los electrones solo se consigue a expensas de una retardación de los electrones y, además, divide el espacio en dos zonas en las cuales, o por lo menos en una, el potencial es variable. Lo que se necesita son dispositivos convergentes con potencial constante, o sea índice de refracción constante, por ambos lados, dispositivos que se consiguen por combinación de dos o más diafragmas o cilindros.

Cuando los índices de refracción por ambos lados del dispositivo son distintos, se obtienen lentes convergentes aceleradoras, llamadas

(*) En realidad, el recorrido de los rayos catódicos que convergen (o divergen) en el foco no es rectilíneo como aparece esquemáticamente en la figura, sino se encurva por efecto de la variación continua del índice de refracción.

por analogía con la óptica, de inmersión. Un ejemplo típico de este

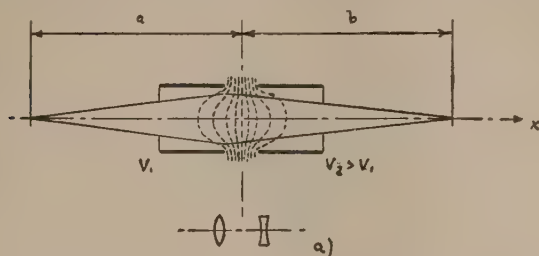


FIG. 5. — Lente aceleradora o de inmersión. - a) Esquema óptico correspondiente.

dispositivo se halla representado en la fig. 5, cuyo aumento se calcula con la expresión:

$$A = \frac{b}{a} \sqrt{\frac{V_1}{V_2}}$$

donde a y b son las distancias del objeto y de la imagen de los planos principales, respectivamente, y V_1 , V_2 los potenciales de los dos electrodos.

Una interesante aplicación de las lentes aceleradoras se halla en el llamado «cañón de electrones» del que nos ocuparemos más adelante y en los objetivos de inmersión (fig. 6) utilizados para re-

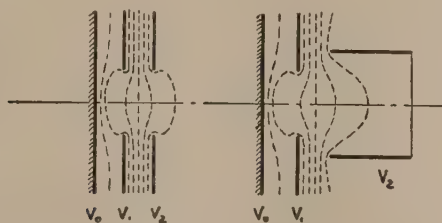


FIG. 6. — Objetivos de inmersión.

producir la imagen de una superficie incandescente emisora de electrones y cuyo esquema óptico es idéntico al indicado en la fig. 5.

Cuando en vez el potencial, o sea el índice de refracción, es igual por ambos lados del dispositivo convergente, se obtienen verda-

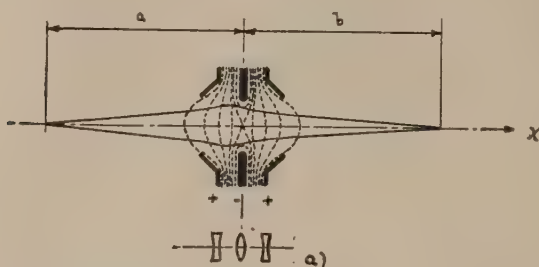


FIG. 7.—Lente electrostática convergente. a) Esquema óptico correspondiente.

deras lentes convergentes, de las cuales la fig. 7 representa un ejemplo típico.

Para éstas rigen las mismas leyes, como para las lentes ópticas, o sea

$$\frac{1}{a} + \frac{1}{b} = \frac{1}{f}$$

y el aumento

$$A = \frac{b}{a}$$

La distancia focal se calcula con la expresión

$$\frac{1}{f} = \frac{1}{8\sqrt{V_0}} \int_{-\infty}^{\infty} \frac{V'^2}{\sqrt{V^3}} dx$$

donde V_0 es el potencial antes (o después) de la lente, V el potencial en cada punto del eje óptico y V' la derivada de dicho potencial según el mismo eje.

En las *lentes magnéticas* la analogía con la óptica es menos pronunciada.

Su fundamento se halla en el fenómeno de la *desviación magnética* o sea un electrón que se mueva con la velocidad v en un campo

magnético uniforme H y en un plano normal a las líneas de fuerza, se desvía en trayectoria circular (fig. 8).

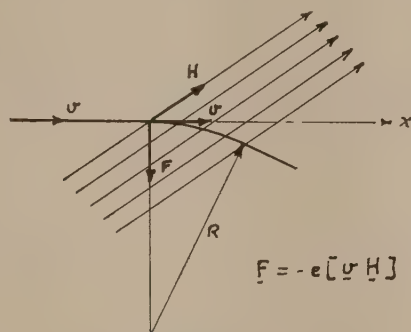


FIG. 8.

Para electrones lentos, el radio del círculo descrito es de

$$R = \frac{m}{e} \frac{v}{H} = 3,37 \frac{\sqrt{U}}{H} \text{ cm}$$

Así, electrones de 100 Volt, atravesando el campo magnético terrestre de 0.47 Gauss, recorren en el vacío un círculo de radio

$$R = 3,37 \frac{10}{0,47} = 72 \text{ cm } (*)$$

Si en vez el electrón se mueve en dirección paralela a las líneas de fuerza, no sufre desviación ninguna. Para direcciones del mo-

(*) Es interesante constatar que la velocidad angular de este movimiento circular es independiente de la velocidad inicial v del electrón

$$\omega = \frac{v}{R} = \frac{e}{m} H = 1.761 \cdot H \cdot 10^7 \text{ sec}^{-1}$$

En el campo magnético terrestre de 0.47 Gauss es:

$$\omega = 8.27 \cdot 10^6 \text{ sec}^{-1}$$

o sea el electrón cumple

$$n = \frac{30 \omega}{\pi} = 79 \cdot 10^5$$

revoluciones por minuto.

vimiento incluídas entre los dos casos extremos mencionados, describe hélices cilíndricas (fig. 9) cuyo radio es proporcional a la

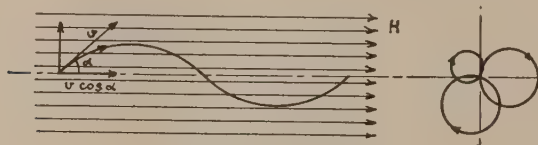


FIG. 9.

componente normal (a la dirección del campo) de la velocidad y cuyo paso p depende de la componente axial de la misma

$$p = 2 \frac{m}{e} \frac{v}{H} \cos \alpha = 21,2 \frac{\sqrt{U}}{H} \cos \alpha \quad \text{cm}$$

y para α pequeños

$$p \simeq 21,2 \frac{\sqrt{U}}{H} \quad \text{cm}$$

Así, un electrón de 100 Volt, que se mueva en dirección poco divergente de la inclinación del campo magnético terrestre describe un hélice cuyo paso es de aproximadamente 4,5 metros.

En el campo producido por una bobina de poca longitud (fig. 10), se produce aproximadamente el mismo fenómeno, abriéndose

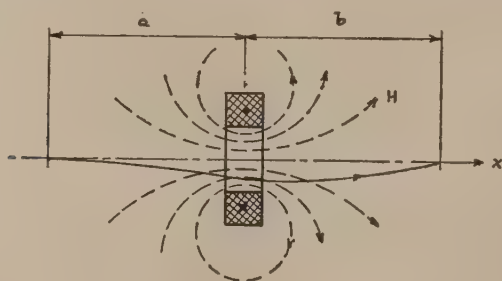


FIG. 10. — Disposición esquemática de una fuente magnética convergente.

el haz de electrones antes de la bobina y volviendo a concentrarse después, realizándose así una lente convergente, en la cual la rela-

ción entre distancias del objeto y de la imagen y el aumento se hallan definidos por las conocidas relaciones de la óptica:

$$\frac{1}{a} + \frac{1}{b} = \frac{1}{f} \quad A = \frac{b}{a}$$

calculándose la distancia focal por la integral

$$\frac{1}{f} = \frac{0,022}{u} \int_{-\infty}^{\infty} H^2 dx$$

siendo H la fuerza de campo magnética a lo largo del eje óptico x .

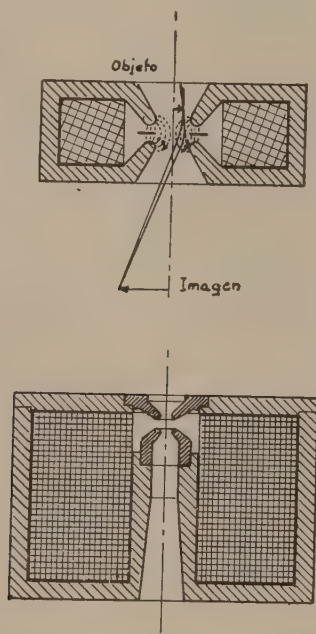


FIG. 11.—Lentes magnéticas blindadas empleadas en la construcción de microscopios electrónicos.

En estas lentes la imagen se halla rotada con respecto al objeto de un ángulo

$$\psi = \frac{0,15}{\sqrt{u}} \int_{-\infty}^{\infty} H dx$$

La experiencia demuestra que al distancia focal mínima es aproximadamente igual al diámetro medio de la bobina y, además, aumenta con la velocidad de los electrones.

Para conseguir distancias focales suficientemente cortas aún con electrones rápidos se proveen las bobinas de un blindaje magnético de modo de conseguir una mayor concentración de líneas de fuerza entre pequeñas expansiones polares (fig. 11).

Las lentes magnéticas y electrostáticas tienen aberraciones cromáticas y esféricas; las primeras desaparecen cuando todos los electrones del haz de rayos catódicos tengan la misma velocidad lo que es prácticamente siempre el caso. Las aberraciones esféricas se corrigen disminuyendo la abertura.

Las fuentes de electrones. — Para producir un rayo de luz se pre-

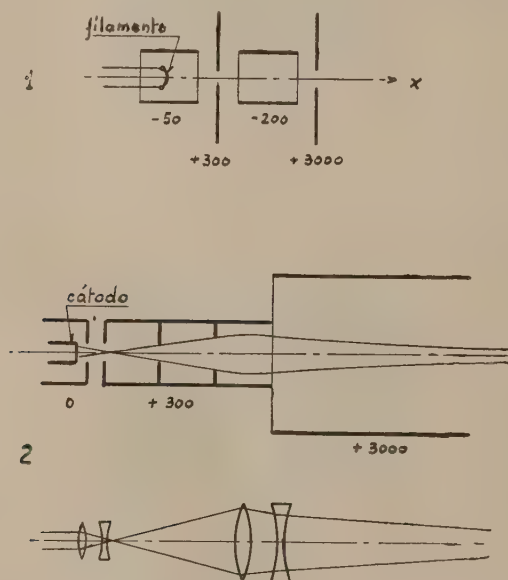


FIG. 12.—Fuentes de rayos catódicos (cañón de electrones). 1) Dispositivo de Ardenne; 2) Dispositivo de Zworykin y esquema óptico correspondiente.

cisa una fuente de luz; para producir un rayo catódico se necesita un dispositivo que podríamos llamar un cañón de electrones.

La emisión de electrones de un cátodo puede ser termoiónica o

fría (además, secundaria o fotoeléctrica, posibilidades que no interesan en el caso presente).

Para la emisión termoiónica se utilizan cátodos de elevado poder de emisión a temperaturas compatibles con la buena conservación del electrodo (tungsteno, wolframio, óxidos de metales alcalinos) en general con calefacción indirecta.

La emisión fría se consigue aplicando al cátodo un gradiente de potencial muy elevado (10^5 v/cm) necesario para vencer la barrera de potencial del metal.

La emisión termoiónica se utiliza preferentemente, pero también la emisión fría ha sido empleada en aparatos de óptica electrónica.

Los electrones emitidos tienen que ser acelerados y concentrados en un haz delgado, para ello se emplean lentes aceleradoras, en general de inmersión. Disposiciones típicas son las de v. Ardenne, con cilindro de Wehnelt, y la de Zworykin (fig. 12).

Vacío.—Las propiedades de los rayos catódicos que es acaban de enunciar, presuponen que los electrones se muevan en el espacio perfectamente vacío. En la realidad física tal vacío no existe. A la presión barométrica normal un movimiento rectilíneo de los electrones es imposible a causa de sus constantes choques con las moléculas de aire (*).

Para permitir la propagación rectilínea de los electrones es necesario evacuar el espacio en que se propagan. Los vacíos más elevados alcanzados actualmente son del orden de 10^{-9} mm Hg, para los cuales un cm^3 de aire a 20°C sólo contiene 250 000 000 de moléculas. En la práctica, son suficientes vacíos del orden de 10^{-5} hasta 10^{-6} mm Hg, con los cuales un cm^3 a 20°C contiene 2500 hasta 250 millardos de moléculas, número que todavía permite la propagación prácticamente rectilínea de los electrones sin ionización apreciable.

Imagen.—Las imágenes de un instrumento óptico se forman sobre la retina del ojo directamente, o bien sobre una pantalla o placa fotográfica. Para los instrumentos ópticos electrónicos sólo es aplicable la segunda solución, ya que la retina de nuestro ojo no

(*) Un cm^3 de aire a 0°C y a la presión barométrica normal contiene $267,10^{17}$ moléculas.

pereibe los rayos catódicos, que, por, otra parte, impresionan las placas fotográficas, y excitan la luminiscencia de ciertas sustancias llamadas fluorescentes. Por consiguiente, dejando incidir los rayos catódicos sobre una pantalla recubierta de sustancias fluorescentes, se producen en ellas imágenes luminosas observables e simple vista, de color azul o verdoso, según la sustancia empleada. La Willemite (ortosilicato de cinc Zn_2SiO_4) da un color verde; el sulfuro de cinc, activado con cobre o plata, da un color azul.

* * *

La primera aplicación práctica de la óptica electrónica ha sido el oscilógrafo de rayos catódicos, derivado del tubo de Braun (1897), y que hoy es un instrumento indispensable para la radiotécnica y la electrotécnica. Sucesivamente se desarrolló el tubo receptor de los aparatos de televisión y el iconoscopio.

En todos éstos se produce el enfoque de un haz de rayos catódicos sobre una pantalla fluorescente o sobre un mosaico de células fotoeléctricas en el iconoscopio.

La desviación del haz se obtiene, en general, por medio de campos electrostáticos producidos por dos pares de placas; el enfoque, por lentes electroestáticas o magnéticas.

Sin embargo, la analogía entre la óptica y la óptica electrónica no se limita al campo geométrico, sino también se extiende a los fenómenos ondulatorios.

Según de Broglie, la longitud de onda de una radiación corpuscular está dada por la relación

$$\lambda = \frac{h}{m v} \quad \text{para pequeñas velocidades}$$

$$\lambda = \frac{h}{m v} \sqrt{1 - \left(\frac{v}{c}\right)^2} \quad \text{para grandes velocidades}$$

donde h es la constante de Planck, m la masa y v la velocidad del corpúsculo.

$$\text{Puesto } h = 6,55 \cdot 10^{-27} \quad m = 9 \cdot 10^{-28} \quad e = 1,59 \cdot 10^{-20}$$

se obtiene, para electrones lentos

$$\lambda = \frac{12,3}{\sqrt{u}} \cdot 10^{-8} \text{ cm} = \frac{12,3}{\sqrt{u}} \text{ \AA}$$

de modo que electrones de 150 Volt tienen una longitud de onda de aproximadamente un Angström.

Comprobado el carácter ondulatorio de los rayos catódicos, aparece evidente que a los mismos son aplicables todas las consecuencias que derivan de los fenómenos de difracción e interferencia y, por consiguiente, también la ecuación de Abbé sobre el poder resolutivo de los microscopios.

De ella resulta entonces que un microscopio que opere con rayos catódicos puede tener un poder resolutivo mucho más elevado que el microscopio óptico.

Los primeros ensayos fueron realizados alrededor del año 1932 por Ruska, v. Borries, Johansson, Brüche y otros, con el objeto de obtener imágenes de cátodos incandescentes, utilizando lentes de inmersión electroestáticas o magnéticas. A causa de su estructura inhomogénea, la emisión de electrones es distinta en cada punto del cátodo incandescente y, por consiguiente, con un oportuno aumento aparecen sobre una pantalla fluorescente claros y sombras cuyo contraste forma la figura electrónica.

Los resultados obtenidos fueron bastante alentadores, siendo el aumento obtenido de aproximadamente 300 diámetros con lentes electroestáticas y de hasta 12 000 diámetros con lentes magnéticas.

Hecho el primer paso, y dada la experiencia adquirida en la óptica geométrica electrónica con la construcción de los oscilógrafos de rayos catódicos y de tubos para televisión, al creación de un microscopio electrónico sólo era cuestión de desarrollo técnico, y éste ha sido rápidamente alcanzado, gracias a los trabajos de Brüche, Scherzer, v. Borries, Riska y v. Ardenne en Alemania, y de Hillier, Vance, Zworykin y Marton en los EE. UU. Desde hace poco más un año las casas RCA en EE. UU. y Siemens en Alemania construyen microscopios electrotécnicos para uso general (fig. 13).

La disposición del microscopio electrónico es idéntica a la del microscopio óptico usado para la microfotografía y comprende una fuente de electrones, un condensador (acelerador), un objetivo y un ocular o lente de proyección (fig. 14).

Igualmente como en el microscopio óptico el objeto queda « iluminado » por transparencia. Las partes más densas del objeto absorben más electrones que las menos densas y de este modo se forman los contrastes luminosos en la pantalla, que constituyen la imagen.

El objeto no puede ser colocado sobre una chapita de vidrio, que sería completamente opaca para los electrones. Se utilizan en su lugar hojas de colodión de aproximadamente un cienmilésimo de

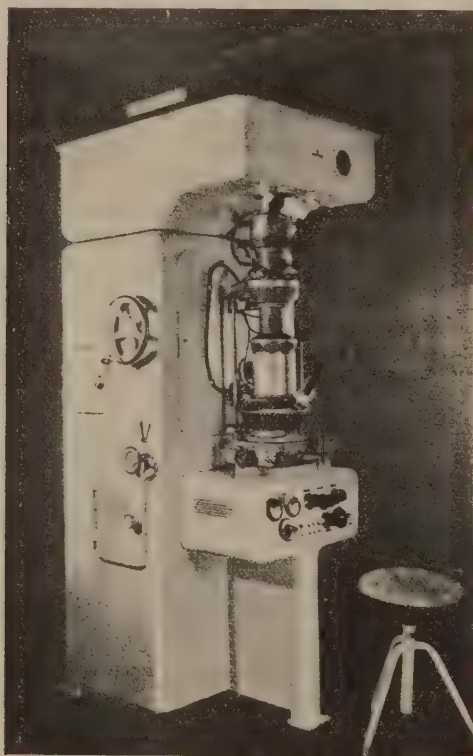


FIG. 13. — Vista del microscopio electrónico de Siemens Halske.

mm de espesor, soportadas por una finísima malla de hilo metálico.

Para la observación directa se utiliza una pantalla fluorescente; para la fotografía, la pantalla se reemplaza por placas fotográficas.

Desde el punto de vista de la óptica electrónica sería indiferente utilizar lentes electroestáticas o magnéticas. Sin embargo, igualmente como en la óptica, para poder conseguir un aumento suficiente se necesitan distancias focales muy cortas.

Para lentes electroestáticas ello implica diferencias de potencial elevadas y distancias muy pequeñas entre electrodos, dos condiciones incompatibles entre sí. Esta circunstancia es aún más sensible con electrones de más de 10 000 Volt, necesarios para conseguir longitudes de onda muy cortas, pues, como ya se ha mencionado, la distancia focal aumenta con la velocidad de los electrones.

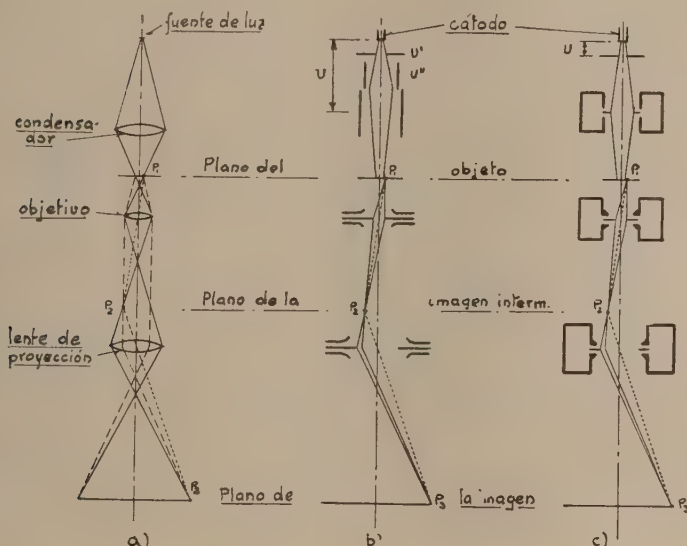


FIG. 14. — Disposición esquemática del microscopio electrónico. - a) Esquema óptico. b) Esquema del microscopio electrónico con lentes electroestáticas. c) Esquema del microscopio electrónico con lentes magnéticas.

Por estos motivos se prefieren las lentes magnéticas, que con una construcción adecuada de las expansiones polares, permiten obtener una distancia focal muy corta y un aumento suficiente.

En los microscopios actuales, el aumento del objetivo es de aproximadamente 100 a 150 diámetros y el del ocular (lente de proyección) de aproximadamente 20 a 300 diámetros.

En los mismos modelos han sido adoptados electrones de 60 kV, o sea de una velocidad de 134,000 km/sec con los cuales se consigue

una penetración suficiente a través de los objetos; la longitud de onda es entonces

$$\lambda = \frac{12,3}{\sqrt{60\,000}} \sqrt{1 - \left(\frac{1,34}{3}\right)^2} = 0,045 \text{ \AA}$$

De acuerdo con la teoría de Abbé, ésta permitiría conseguir un poder resolutivo cien mil veces mayor que con el microscopio óptico más perfecto.

En realidad, nos hallamos aún muy lejos de este límite teórico, pues las lentes electrónicas tienen defectos que impiden aproximársele. En efecto, si bien las imágenes electrónicas no tienen prácticamente aberraciones cromáticas, dado que todos los electrones tienen la misma velocidad y, por consiguiente, el rayo catódico equivale a un haz de luz monocromática, tienen en vez fuertes aberraciones esféricas, que son una función directa de la tercera hasta la quinta potencia del ángulo de abertura (2α), mientras que las aberraciones por difracción son inversamente proporcionales al mismo ángulo.

Por lo tanto hay que reducir la abertura con lo que se corrige sensiblemente la aberración esférica con poco aumento de la difracción, pero con considerable disminución la abertura numérica y de la « luminosidad » del dispositivo óptico.

Para los instrumentos actuales con electrones de 60 kV, ha sido determinada como más conveniente la relación:

$$\frac{D}{2f} = 2 \cdot 10^{-3}$$

donde

D = diámetro de la abertura,

y

f = distancia focal.

Pero $\frac{D}{2f} = \text{tg } \alpha \simeq \text{sen } \alpha = N$ corresponde a la abertura numérica de los instrumentos ópticos.

Por consiguiente, es $N = 2 \cdot 10^{-3}$, o sea 500 hasta 850 veces menor que en los microscopios ópticos.

El poder resolutivo con electrones de 60 kV es entonces de

$$d = \frac{\lambda}{N} = \frac{0,045}{2,10^{-3}} = 22,5 \text{ \AA} \quad \text{con iluminación directa, y de}$$

$$d = \frac{0,5 \lambda}{N} = 11,5 \text{ \AA} \quad \text{con iluminación oblicua.}$$

Estos valores corresponden a aumentos, para la visión directa, de término medio:

$$A = 66\,000 \text{ diámetros para iluminación directa, y de}$$

$$A = 133\,200 \text{ diámetros para iluminación oblicua.}$$

También estos valores constituyen un límite teórico; el aumento máximo alcanzado actualmente es de aproximadamente 50 000 diámetros.

En la práctica no es necesario ni conveniente ir tan lejos con el aumento, cuando se registra la imagen sobre una placa fotográfica. En efecto, esta imagen, dado el valor extremadamente pequeño de la longitud de onda empleada, contiene muchos detalles que no son visibles a simple vista, pero que pueden ser revelados con una ampliación conveniente, siempre que las dimensiones de dichos detalles sean de por lo menos un orden más grande que el grano de la emulsión fotográfica.

Esta circunstancia puede ser aprovechada para limitar, dentro de lo conveniente, el aumento del instrumento, pues no hay que olvidar que cuanto mayor es el aumento, tanto menor es la superficie del objeto que puede ser explorada.

Dado que el área de la placa fotográfica es constante para un determinado instrumento, será, por consiguiente, conveniente que el grano de la emulsión sea lo más fino posible, de modo de reducir el aumento electrónico al mínimo y aumentar el campo de observación al máximo.

Además, siendo que el tiempo de reacción de la emulsión es aproximadamente proporcional al tamaño del grano, mientras que la densidad de iluminación de la imagen varía en razón inversa del cuadrado del aumento, cuanto menor sea éste, tanto menor será el tiempo de exposición, lo que puede representar una ventaja, en cuanto al objeto puede resultar dañado por el bombardeo demasiado prolongado de los electrones.

Por lo tanto, cuanto más fino es el grano, tanto más amplias resultan las figuras que pueden ser conseguidas en pequeñas áreas, las que pueden ser luego ampliadas por medios ópticos hasta llevar las dimensiones de los detalles a valores perceptibles a simple vista.

Con el empleo de emulsiones adecuadas, se puede ampliar 6 a 10 veces sin inconvenientes.

* * *

El sistema óptico electrónico se halla encerrado en un tubo me-

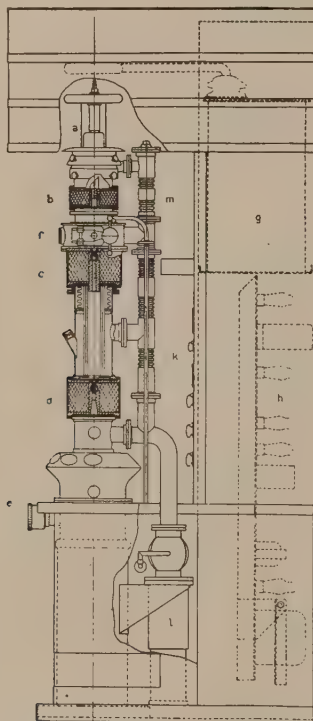


FIG. 15.—Microscopio electrónico de la RCA. *a*) Cañón de electrones. *b*) Condensador. *c*) Objetivo. *d*) Lente de proyección. *e*) Esclusa para la placa fotográfica. *f*) Esclusa para el objeto. *g*) Tanque de aceite en que se hallan sumergidos los filtros, rectificadores y bobinas de alta tensión. *h*) Osciladores y fuentes de corriente para las lentes. *k*) Panel de control. *l*) Bomba de vacío. *m*) Tubo de evacuación.

tánico en el que se practica un vacío de 10^{-5} hasta 10^{-6} mm Hg, por medio de una bomba de difusión de aceite de tres etapas (fig. 15). El objeto, así como la placa fotográfica, se hallan dentro del

tubo; para evitar pérdidas de tiempo, ambos pueden ser introducidos desde el exterior por medio de un sistema de esclusa. Al cambiar el objeto o la placa sólo es necesario practicar el vacío en el espacio de las esclusas, lo que requiere un tiempo de aproximadamente 3 minutos. Además, la placa fotográfica tiene una dimensión aproximada de 5×25 cm y puede ser corrida automáticamente de modo que se puede tomar una serie de 5 imágenes consecutivas sin cambiarla. También puede ser desplazada desde el exterior para permitir la observación directa de la imagen sobre la pantalla fluorescente.

Igualmente puede desplazarse el objeto desde el exterior.

Para conseguir imágenes perfectas es imprescindible un alineamiento matemático de las lentes magnéticas y la ausencia de vibraciones mecánicas. Ello se consigue con una construcción mecánica sólida; además, las lentes pueden ser desplazadas lateralmente para corregir el alineamiento.

La nitidez de la figuras está supeditada a una constancia absoluta de la tensión de aceleración de los electrones, así como de la corriente que recorre los arrollamientos de las lentes magnéticas.

En efecto, al distancia focal depende tanto de la velocidad de los electrones cuanto de la fuerza de campo magnética y las más mínimas variaciones producen variaciones en el enfoque que hacen imposible toda observación.

De acuerdo con la apertura numérica y el aumento deseado, la variación admisible para $\frac{\Delta U}{U}$ y para $\frac{\Delta I}{I}$ varía entre 10^{-3} y 10^{-5} .

Para un poder resolutivo del orden de $10^6 \text{ \AA}$, la experiencia ha demostrado que se requieren los siguientes valores:

Tensión de aceleración	$1,5 \cdot 10^{-4}$	(0,015 %)
Corriente del objetivo	$7,5 \cdot 10^{-5}$	(0,0075 %)
» de la lente de proyección.	$6,8 \cdot 10^{-4}$	(0,068 %)
» del condensador	$1,0 \cdot 10^{-3}$	(0,1 %)

La práctica ha demostrado que es casi imposible conseguir estos valores con las corrientes industriales, siendo en vez más fácil lograrlo con alta frecuencia.

Co neste objeto el microscopio electrónico de la RCA comprende un oscilador de aproximadamente 30 kiloHertz cuya tensión, debi-

damente amplificada, es transformada al valor de 60 kV y luego de ser rectificadora y filtrada es aplicada al sistema acelerador. Análoga cosa sucede para las corrientes que alimentan a las lentes magnéticas.

El microscopio electrónico actual permite obtener aumentos de 40 hasta 50 000 diámetros, valores que con ampliación sucesiva de la imagen fotográfica pueden ser llevados fácilmente a 100 hasta 150 000 diámetros, o sea hace posible la observación de distancias del orden de 10 hasta 15 Angström. Por consiguiente, abre a la ciencia, y en especial a la medicina, la biología y la química, un campo de exploración que hasta ahora les era completamente inaccesible y nos lleva a las puertas del mundo molecular y atómico, como lo indica la siguiente tabla:

DIMENSIONES DE OBJETIVOS VISIBLES

a) Con el microscopio común

	Angström
Núcleo celular	100 000
Glóbulos rojos	50 000
Bacilo de la difteria	4 000- 40 000
<i>Staphylococcus aureus</i>	6 000
Virus de la psitacosis	3 000

b) Con el microscopio electrónico

Virus de la gripe	1 200
Coloides en dispersión molecular	10- 1 000
Virus de la fiebre amarilla	200
Célula de celulosa	30- 100
Virus de la fiebre aftosa	90
Molécula de hemoglobina (equinos)	6- 30
» » albúmina	6- 30
Anillo del antraceno	10

c) Dimensiones atómicas

Átomo de carbono	1,5
» » hidrógeno	1,1
Electrón	$1,9 \cdot 10^{-5}$

Se ve que consiguiendo un aumento de un orden mayor que el alcanzado, se llegará a poder ver los átomos.

Las dimensiones de la física nuclear distan aún mucho de los

valores obtenidos, y seguramente el instrumento que algún día permita verlas no utilizará los rayos catódicos.

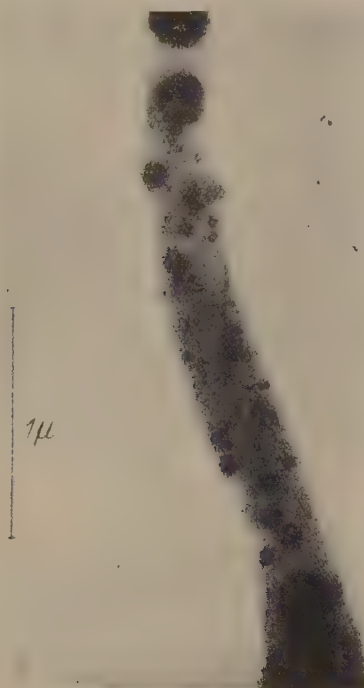


FIG. 16.—Bacilo de la tuberculosis de las aves (aumento 35.000 diámetros). Se observan los gránulos en el interior del cuerpo del bacilo. (de *Rev. Techn. Suisse*, 1940, N° 44).

A continuación indicamos algunas microfotografías obtenidas con el microscopio electrónico (Fig. 16, 17, 18 y 19).

Cabe observar que sólo nos hallamos al comienzo de la observación electromicroscópica y que al progresar de la misma ha de traer interesantísimos resultados.

Para la química ella ha de permitir observar la disposición de las moléculas, profundizar el estudio sobre las aptitudes reactivas de los agentes catalíticos coloidales, por ejemplo, del oro, plata o pla-

tino coloidal. También hará posible estudiar la estructura de los va-



FIG. 17.—Cloruro de vinile escasamente polimerizado (aumento 77.000 diámetros). De *Trans. El. Eng.*, 1941, pág. 161.



FIG. 18.—Cloruro de vinile polimerizado (aumento 100.000 diámetros). De *Trans. El. Eng.*, 1941, pág. 161.

pores metálicos — óxidos de cinc, plomo, magnesio, etc. — así como

la de las materias colorantes — benzo-purpurina, sustancias pigmentosas nitrogenadas, índigo, etc. — y establecer si estas últimas se hallan en dispersión coloidal o molecular. También facilitará el estudio de las reacciones fotoquímicas (bromuro de plata) y de las modificaciones fotoquímicas de algunas sustancias, por ejemplo, de la goma y sus compuestos, así como de las catalizadores de asbesto.



FIG. 19.—Humo de óxido de magnesio (aumento 135.000 diámetros). Cristales rectangulares; una parte de los mismos aparentemente flota en el espacio (enfoco deficiente); entre los vértices de dos cristales aparece en vez una delgada cadena de moléculas de aprox. 20 angström de espesor. (De *Rev. Techn. Suisse*, 1940, N° 44.

Para la medicina y la biología también abre nuevas posibilidades, ya sea en la investigación bacteriológica — bacterias, virus, proteínas, — ya sea en la investigación biológica, permitiendo, por ejemplo, desvelar el misterio que aún envuelve la transición entre la molécula de albúmina inerte y los más pequeños objetos biológicos.

Queda, sin embargo, por establecer cuál es la influencia de la acción del vacío y del bombardeo de los electrones a que se hallan expuestos los objetos biológicos en el microscopio electrónico.

En la física ya ha prestado señalados servicios en el estudio de

las modificaciones estructurales de los materiales que constituyen los cátodos incandescentes (níquel, tungsteno, wolframio, óxidos de metales alcalinos). No permite por ahora la observación de superficies metálicas frías, pues con el instrumento actual no es posible la formación de imágenes por reflexión.

La física técnica y la ingeniería eléctrica acaban de proporcionarnos, con su última creación, el microscopio electrónico, un poderoso instrumento de investigación que sin duda, en un desarrollo posterior, podrá ser aún perfeccionado. Su empleo contribuirá sin duda a ampliar nuestros conocimientos en en muchas ramas de la ciencia.

BIBLIOGRAFÍA CONSULTADA

- BRUCHE y SCHERZER. — *Geometrische Elektronenoptik*, Berlín, 1934. Ed.: J. Springer.
- EPSTEIN y MALOFF. — *Electron Optics in Television*. N. York, 1938. Ed.: McGraw-Hill.
- ZWORYKIN, HILLIER y VANCE. — *An Electron Microscope for Practical Laboratory Service*. *Electrical Engineering*, 1941. *Transactions*, pág. 157.
- HILLIER y VANCE. — *Recent development in the electron microscope*. *Proc. IRE*, 1941, pág. 167.
- MULLER STROBEL. — *Das Elektronen Uebermikroskop*. *Revue Technique Suisse* 1940, pág. 527.

INDICE DE VARIABILIDAD CLIMATICA

POR LOS

DRES. W. KNOCHE Y V. BORZACOV

De la Dirección de Meteorología, Geofísica e Hidrología

Con el objeto de establecer normas para el desarrollo de las industrias, de las ciencias y de otras actividades humanas, se han empleado siempre los más variados sistemas o métodos. Así, por ejemplo, se empleó un método decimal para el archivo de los libros en las grandes bibliotecas.

El método decimal, en algunos casos pentesimal, se presenta muy indicado para su aplicación en la ciencia climatológica. Un método general decimal de esta clase facilitaría, a nuestro parecer, el entendimiento de ciertos fenómenos o caracteres climáticos, sobre todo cuando al valor numérico se le agrega la correspondiente referencia. Además una escala casi decimal ha sido adoptada desde hace mucho tiempo para el registro de algunos elementos como, por ejemplo, la nubosidad y el oleaje. La misma referencia puede corresponder a varios fenómenos climáticos a la vez. Por ejemplo, la referencia « frío intenso », « frío », « caluroso » o « tórrido », puede aplicarse tanto a la temperatura del aire, como a la temperatura equivalente o a la efectiva.

En todo caso, el sistema decimal en climatología se basará siempre sobre los valores prácticamente existentes, para un elemento determinado, en cualquier zona de la tierra; y justamente sobre este principio se basa el método decimal. Es muy importante saber que para un cierto país el valor máximo determinado para un elemento climático, llega sólo a 7, cuando en otro punto puede llegar a 10, y en un tercero no alcanzará el valor 5.

Este sistema o método, facilita la comparación de los valores climáticos (de distintas regiones).

No siempre los números de la escala decimal han de corresponder

a valores numéricos de observación (o de cálculo) de fracción lineal, sino que puede dar origen a la representación de una curva determinada. Tomando como ejemplo la precipitación sabemos que a cierta cantidad de lluvia, corresponde una esterilidad absoluta, mientras que en otras circunstancias puede asegurarse la existencia de una vegetación abundante, con totales de lluvia muy inferiores a las cantidades máximas observadas en la Tierra. En el juicio de la escala decimal, entrará un factor subjetivo; pero este factor subjetivo se puede eliminar hasta cierto punto si se llega a un convenio internacional que fijaría las escalas decimales para los distintos elementos climáticos.

En el presente estudio hemos aplicado el método decimal no solamente para el índice de la variabilidad climática sino también para los componentes de este índice.

Hacemos notar que no tratamos aquí una variabilidad que incluya la precipitación, y que se puede comparar así, hasta cierto punto, con la continentalidad o la maritimidad hídrica.

El fin del presente trabajo, ejecutado en la Dirección de Meteorología, Geofísica e Hidrología, es encontrar un índice que caracterice la variabilidad climática, graduado por la escala decimal; debe reemplazar este índice el concepto algo vago de la « continentalidad » « maritimidad ». En efecto, al considerar, por ejemplo, el clima de Izaña como continental, aunque en realidad tiene tal carácter, sería una contradicción, pues Izaña está situada en el Océano Atlántico, sobre Tenerife, una de las Islas Canarias ($28^{\circ} 19' \text{ L/N}$ y $16^{\circ} 30' \text{ L. W.}$). Por otra parte, la región del norte de Chile, que por su aspecto es un desierto extremo, con una falta absoluta de lluvias, tiene un ambiente marcadamente marítimo debido a la gran humedad del aire y la pequeña amplitud de la temperatura. Nos proponemos caracterizar el clima considerado hasta hoy de continental, como « variable », y el marítimo como « invariable », usando una escala de 10 caracteres entre « invariable extremo » y « variable extremo » (ver tabla pág. 285).

Hemos ensayado varias fórmulas que reúnen temperaturas, amplitudes de temperaturas diarias y anuales, humedad relativa, tensión del vapor, precipitaciones y hasta valores numéricos de senos de latitud geográfica del lugar. Aplicando estas fórmulas a los correspondientes datos meteorológicos mensuales y anuales de muchísimas localidades del mundo entero, encontramos que el mejor resultado en el sentido de concordancia entre el clima efectivo del lugar

y la escala propuesta de *variabilidad climática* se obtiene por la siguiente fórmula:

$$K = I_h + Ad + Aa,$$

donde

K = Índice de variabilidad climática

$$I_h = \text{» » desecación} = \frac{E}{e} = \frac{\text{tensión de vapor máxima}}{\text{tensión de vapor existente}}$$

Ad = Amplitud diaria periódica de la temperatura del aire, es decir, la diferencia entre los promedios mensuales de las temperaturas máximas y mínimas diarias de un mes.

Aa = Amplitud anual de las temperaturas medias mensuales, es decir la diferencia entre las temperaturas medias mensuales más altas y las más bajas durante el año (generalmente para el Hemisferio Sud entre enero y julio).

Consideramos que el índice de desecación I_h tiene un papel importantísimo en la clasificación climática; depende ante todo de la temperatura y humedad del aire. Efectivamente, con temperatura del aire en ascenso sube la tensión máxima « E » y si « e » la tensión del vapor existente queda más o menos constante, más aún cuando descendiendo aumenta la razón $\frac{E}{e}$. Este aumento tiene lugar ante

todo en las regiones secas y cálidas, llamadas generalmente de clima continental: el valor $\frac{E}{e}$ anual llega en Yuma (Arizona, EE. UU.

32° 45' L. N. 114° 36' L. W. alt. s/n mar 100 metros), a 2,3, y en La Quiaca (Jujuy, Argentina, 22° 06' L. S., 65° 36' L. W. alt. s/n mar 3462 m) a 2,0. Por otra parte el valor mínimo de la razón $\frac{E}{e}$

es evidentemente igual a 1, 0, cuando la tensión de vapor máxima posible « E » para la temperatura de un lugar es igual a la tensión efectiva « e » en estado de saturación (100 % de HR). Tal fenómeno tiene lugar, por ejemplo, en un clima en extremo húmedo de la zona ecuatorial, o en las regiones polares, donde el intenso frío reduce la tensión mínima de vapor a valores mínimos como lo demuestra la siguiente tabla:

Estaciones	Latitud	Longitud	Altura s/n mar	Índice de de- secación (año) $\frac{E}{e}$
Little América (Costa del Con- tinente Antártico)	78° 34' S	163° 56' W	9	1,00
Islas Orcadas (Argentina) . .	60° 44' S	44° 39' W	7	1,06
Pontianak (Isla Borneo). . .	0° 1' S	109° 20' E	3	1,12
Balikpapan (Isla Borneo) . .	1° 17' S	116° 51' E	5	1,15
Thorshaven (Isla Faroe, O. Atlántico)	66° 2' N	6° 44' E	9	1,17
Isla de los Estados (Argentina)	54° 23' S	63° 47' W	12	1,21
Isla Evangelista (Chile) . . .	52° 24' S	75° 06' W	55	1,24
Dadanawa (Guayana Británi- ca)	2° 50' N	59° 15' W	800	1,51

Los valores de $I_h = \frac{E}{e}$ (índice de desecación) pueden oscilar en realidad entre 1,00 y 3,00 para la clasificación anual del clima; para la mensual pueden aún, muy raras veces, sobrepasar 4,00, como por ejemplo en Fresno (California), donde I_h para julio llega a 4,61. En la Argentina encontramos el valor más alto de $I_h = 3,14$ en La Quiaca, para el mes de julio.

Establecemos la siguiente escala:

Valor decimal del índice de desecación	$I_h = \frac{E}{e}$
1) Desecación nula o muy débil	1,00 a 1,15
2)	1,16 a 1,30
3)	1,31 a 1,45
4) > débil	1,46 a 1,70
5)	1,71 a 2,00
6) > media	2,01 a 2,35
7)	2,36 a 2,75
8) > fuerte	2,76 a 3,25
9)	3,26 a 4,00
10) > excesiva	> 4,00

Determinando el índice para una gran cantidad de puntos situados en los más variados climas, notamos que prevalece el número de puntos cuyo índice (I_h) se encuentra entre 1,00 y 1,45. Esto se explica, según nuestro parecer, por el hecho puramente estadístico de que las estaciones meteorológicas en su mayoría se hallan en las poblaciones y ciudades situadas cerca de ríos, zonas de riego, lagos o mares, en una palabra cercanas a cursos o grandes masas de agua; el aire, relativamente húmedo, de estos lugares, evita que la vida humana y vegetal sea obstaculizada en su desarrollo por la excesiva sequedad; lo que ya se manifiesta cuando el valor decimal (del índice de desecación) llega a 6 y aún a 5. De tal manera, empezando con el valor decimal de I_h igual a 4, el número de observaciones decrece rápidamente y para el valor decimal (por ejemplo) de 8, que corresponde $I_h = 2,76$ a 3,25, encontramos sólo pocos lugares, y generalmente aplicable a la caracterización del clima de un mes y no de un año. Por tal causa la escala $I_h = \frac{E}{c}$ no está representada por una línea recta sino por una curva.

De la misma manera estudiamos la *amplitud diaria de la temperatura* Ad y su escala. Claro está que teóricamente el valor de Ad puede ser « 0 », cero, pero prácticamente encontramos muy pocos lugares cuyos valores mensuales de Ad estén por debajo de 3,0°. Igualmente en el otro extremo de la escala de Ad encontramos su valor máximo alrededor de 27° C, como lo demuestra la siguiente tabla:

Estaciones	Latitud	Longitud	Altura s/n mar	Ad
Port Charcot (Isla de Wandel) .	65° 4' S	64° 2' W	10	2,2 (Ene.)
Heligoland (Alemania)	51° 10' N	7° 51' E	39	2,6 (Dic.)
Skomvar (Noruega)	67° 24' N	11° 51' E	20	2,9 (Set.)
Guayaquil (Ecuador)	2° 20' S	79° 50' W	12	2,9 (Mar.)
Hope's Advance (Canadá Artica)	65° 5' N	69° 33' W	73	3,1 (Set.)
Sonnblick (Austria)	43° 3' N	12° 57' E	3106	3,2 (Nov.)
Vincocaya (Perú)	15° 46' S	71° 16' W	4380	24,1 (Ago.)
La Quiaca (Argentina)	22° 10' S	65° 31' W	3462	26,6 (Jun.)

Prácticamente el valor de Ad oscila entre 2° y 27°, pero, como decimos más arriba: teóricamente pueden existir valores menores de 2° y mayores de 27°. Sabido es que el valor de Ad crece gene-

ralmente con la altura del lugar sobre el nivel del mar (altiplanicies); pero sin embargo en el Sonnblick encontramos un valor bajo (cima aislada). Tanto en el Ecuador como en la región polar suelen encontrarse valores mínimos de Ad , lo que indica que el valor de Ad no es una función de la latitud del lugar, ni aún de altura sobre el nivel del mar, sino que es un verdadero exponente del carácter climático, dependiendo de la situación geográfica (fitogeográfica, morfológica, etc.). Por eso podemos dividir los valores posibles de Ad de 0° a 27° , en partes iguales, según la siguiente escala:

Valor decimal de la amplitud diaria de la temperatura		Ad
1)	Amplitud diaria muy pequeña	0,0 a 3,0
2)		3,1 » 6,0
3)	» » pequeña	6,1 » 9,0
4)		9,1 » 12,0
5)	» » mediana	12,1 » 15,0
6)		15,1 » 18,0
7)	» » grande	18,1 » 21,0
8)		21,1 » 24,0
9)	» » extraordinaria	24,1 » 27,0
10)		> 27,0

Respecto a la *amplitud anual de la temperatura* « Aa » podemos decir que su valor mínimo también se acerca a 0; prácticamente encontramos los valores mínimos observados en los siguientes lugares: Balikpapan, donde Aa es igual a $0,6^\circ \text{C}$; Pontianak, $1,2^\circ \text{C}$; Dadanawa, $2,3^\circ$; Islas Evangelistas, $4,5^\circ \text{C}$; Isla de los Estados, $6,6^\circ$; Thorshaven, $7,6^\circ \text{C}$, etc. El valor mayor de Aa se encuentra probablemente en Siberia, donde en Verjoiansk ($67^\circ 33' \text{ L. N.}$, $133^\circ 24' \text{ L. E.}$) el promedio de temperatura para enero es $50,5$ bajo cero y para julio $15,4^\circ \text{C}$ sobre cero; es decir la amplitud Aa es de $65,9^\circ \text{C}$. Por consiguiente podemos formar una escala de valores casi iguales entre 0° a 60° del siguiente modo:

Valor decimal de la amplitud anual de la temperatura		Aa
1)	Amplitud anual muy pequeña	0,0 a 6,0
2)		6,1 a 12,0
3)		12,1 a 19,0
4)		19,1 a 26,0
5)	» » pequeña	26,1 a 32,0
6)		32,1 a 39,0
7)		39,1 a 46,0
8)		46,1 a 53,0
9)	» » mediana	53,1 a 60,0
10)		> 60,0

Si reemplazamos en la fórmula $K = I_h + Ad + Aa$, los tres componentes I_h , Ad y Aa por los correspondientes valores decimales, entonces no tendríamos ninguna dificultad de sumar estos valores, porque todos los números indican el grado decimal de una determinada variabilidad bioclimática de cada elemento (I_h , Ad , Aa); su suma será el índice K , al que también presentamos en igual forma como la escala decimal, bajo diez expresiones:

Valor decimal del índice de variabilidad climática	K
1 Invariable extremo	< 6
2 Muy invariable	6
3 Invariable	7
4 Invariable limitado	8
5 Neutral tendiendo a invariable	9
6 Neutral tendiendo a variable	10, 11
7 Variable limitado	12, 13
8 Variable	14, 15
9 Muy variable	16, 17
10 Variable extremo	> 17

Por ejemplo, el valor decimal 3, que corresponde al valor efectivo 7 del índice K , indica que el clima de un lugar es más « invariable » que el que tiene un valor decimal 4, o que el clima de un « Habitat » con el valor decimal 8 es más variable que el de un punto con el valor 7. El valor efectivo de K prácticamente oscila sobre la tierra

entre menos 6 y más 17. Aplicando la fórmula de K a centenares de lugares del mundo entero, encontramos que K tiene el valor mínimo 5 y aún en contados casos 4; pero en ningún punto hemos encontrado el valor de K teóricamente posible 3, que sería la suma de tres posibles valores mínimos decimales, es decir, $K = 1 + 1 + 1$. Al valor decimal de $K = 1$ corresponden a los valores efectivos de $K < 6$ y al valor decimal 2, el valor efectivo de $K = 6$, llamando al clima de tales lugares « invariable extremo » y « muy invariable », que son dos grados de mayor y menor invariabilidad. Este nombre caracteriza mejor el clima de un lugar que la palabra « marítimo », pues un lugar puede estar, como ya hemos dicho, lejos del mar, pero tener los rasgos característicos de tal clima, un pequeño índice de desecación (I_h) y pequeñas amplitudes de temperatura. Si el valor efectivo de K sobrepasa a 17, lo que ocurre en Yuma (California), donde K es igual a 19 para el clima del año, y en La Quiaca, donde K es igual a 19 para el mes de julio, damos para el valor decimal de K la máxima significación 10; por el otro lado este clima variable en sumo grado no necesita encontrarse siempre en un centro continental para ratificar la denominación de « clima continental ». Es bien conocido que el clima de California, cerca de la costa del Pacífico, por ejemplo, es mucho más « continental » que que el de la región central de Norte América. El clima de la Puna de Atacama, en el norte de la Argentina y Chile, a corta distancia del Océano Pacífico, gracias a su gran altura sobre el nivel del mar, es mucho más « continental » que la parte central de Brasil, a miles de kilómetros de la costa, que tiene el aspecto de un clima « marítimo »; según nuestra escala parece más razonable denominar tal clima « invariable » (*).

La palabra « neutral » de nuestra escala significa el estado medio de variabilidad entre los dos extremos. A este clima 5 pertenecen los lugares que tienen por un lado el valor efectivo de K igual a 9, con la tendencia a pasar al « invariable », o por otro lado 6 igual a 10 u 11, lo que indica mayor inclinación al clima « variable ».

Sería posible en lugar del sistema decimal, introducir más graduaciones para todas las escalas y por ende para la de K ; pero esto

(*) Recordemos que existen otros métodos para calcular la continentalidad, como por ej. la fórmula de Johansson-Gorczynsky. Conrad ha criticado con razón esta fórmula que llega muchas veces a resultados inaceptables. (V. CONRAD: *Die Klimatologischen Elemente und ihre Abhängigkeit von terrestrischen Einflüssen*, Koepen-Geiger, *Handb. d. Klimatologie*. Bd. I. T. B., pág. 142.

complicaría la clasificación e impediría la introducción del principio de la división decimal de los valores meteorológicos efectivos en la Climatología.

Debemos agregar que para determinar el clima de un lugar para cada mes por separado, usamos la misma fórmula $K = I_h + Ad + Aa$, en la cual tomamos para I_h y Ad , evidentemente, los valores meteorológicos del mes correspondiente, pero aceptando para Aa el mismo valor de la amplitud anual. Hacemos eso por la razón de que en primer término el valor Aa es una característica de todo el año y tiene así gran influencia también sobre el carácter climático del mes (especialmente en las regiones tropicales); en segundo término no creemos oportuno crear para el índice K mensual una nueva escala.

Para comprobar el valor práctico de nuestra fórmula del índice de variabilidad climática, la aplicamos a los datos meteorológicos de algunos puntos de la Argentina y Chile (*) para los meses de enero y julio y para los promedios anuales, según la tabla siguiente de valores decimales de K :

(*) Dr. K. Knoche: *Klimakunde von Sudamerika Handb. d. Klimatologie*. Bd. II, T. 6. Berlin, 1930.

Variabilidad Climática (Escala decimal)

Estaciones argentinas	Mes y año	Promedio 20 años (1901-1920)	Para el año 1934	Para el año 1937
Nueva Pompeya, 24° 54' S, 61° 39' W, 107 m. alt. s/n mar	enero . .	7	8	8
	julio . .	6	7	7
	año . . .	6	7	7
Corrientes, 27° 27' S, 48° 49' W, 54 m. alt. s/n mar	enero . .	6	7	7
	julio . .	4	6	5
	año . . .	5	5	6
Junín, 34° 36' S, 60° 52' W, 79 m. alt. s/n mar	enero . .	7	9	8
	julio . .	5	5	6
	año . . .	6	6	7
Capital Federal, 34° 36' S, 58° 22' W, 25 m. alt. s/n mar	enero . .	6	7	6
	julio . .	4	5	4
	año . . .	5	5	6
Mar del Plata, 38° 00' S, 57° 31' W, 25 m. alt. s/n mar	enero . .	5	5	6
	julio . .	3	4	5
	año . . .	4	4	3
Córdoba, 31° 25' S, 64° 12' W, 423 m. alt. s/n mar	enero . .	7	8	8
	julio . .	7	7	8
	año . . .	7	7	8
La Quiaca, 22° 06' S, 65° 36' W, 3462 m. alt. s/n mar	enero . .	7	7	6
	julio . .	10	10	10
	año . . .	8	8	9
Tucumán, 26° 50' S, 65° 12' W, 443 m. alt. s/n mar	enero . .	6	7	7
	julio . .	6	7	8
	año . . .	6	7	8
Santiago del Estero, 24° 27' S, 64° 15' W, 187 m. alt. s/n mar	enero . .	7	8	9
	julio . .	7	7	8
	año . . .	7	7	8
Río Cuarto, 33° 07' S, 64° 21' W, 440 m. alt. s/n mar	enero . .	7	8	8
	julio . .	7	7	8
	año . . .	7	7	8
Victorica, 36° 13' S, 65° 25' W, 313 m. alt. s/n mar	enero . .	9	9	9
	julio . .	7	8	8
	año . . .	8	8	8
Cipolletti, 38° 56' S, 68° 1' W, 271 m. alt. s/n mar	enero . .	9	9	9
	julio . .	7	8	7
	año . . .	8	7	8
Mendoza, 32° 53' S, 68° 49' W, 755 m. alt. s/n mar	julio . .	7	7	7
	julio . .	7	7	7
	año . . .	7	7	7
Chos Malal, 37° 22' S, 70° 17' W, 819 m. alt. s/n mar	enero . .	10	9	10
	julio . .	7	7	8
	año . . .	8	8	9

Variabilidad Climática (Escala decimal)

(continuación)

Estaciones argentinas	Mes y año	Promedio 20 años 1901-1920	Para el año 1934	Para el año 1937
Bariloche, 41° 10' S, 71° 21' W, 825 m alt.	enero . .	6	6	6
s/n mar	julio . .	3	3	3
	año . .	5	5	6
Esquel, 42° 53' S, 71° 28' W, 571 m alt.	enero . .	7	8	9
s/n mar	julio . .	4	4	5
	año . .	6	6	7
Colonia Sarmiento, 45° 35' S, 69° 03' W, 274 m. alt. s/n mar	enero . .	8	8	8
	julio . .	6	6	6
	año . .	7	7	7
Ushuaia, 54° 49' S, 68° 18' W, 8 m alt. s/n mar	enero . .	5	6	5
	julio . .	3	4	2
	año . .	4	5	4
<i>Estaciones chilenas:</i>				
Antofagasta, 23° 29' S, 70° 25' W, 94 m alt. s/n mar	año . .	4	2	4
Los Andes, 32° 50' S, 70° 37' W, 816 m. alt. s/n mar	año . .	8	7	7
Valparaíso, 33° 01' S, 76° 38' W, 41 m alt. s/n mar	año . .	4	3	2
Santiago, 33° 37' S, 70° 42' W, 520 m alt. s/n mar	año . .	7	7	6
Punta Carranza, 35° 36' S, 72° 38' W, 30 m alt. s/n mar	año . .	3	2	1
Contulmo, 38° 02' S, 73° 12' W, 38 m alt. s/n mar	año . .	5	4	3
Traigen, 38° 10' S, 72° 40' W, 177 m alt. s/n mar	año . .	6	6	4
Punta Galera, 40° 01' S, 73° 44' W, 40 m alt. s/n mar	año . .	1	1	1
Punta Corona, 41° 47' S, 73° 52' W, 48 m alt. s/n mar	año . .	1	1	1
Isla Huafo, 43° 34' S, 74° 45' W, 140 m alt. s/n mar	año . .	1	1	1
Punta Arenas (Magallanes) 58° 10' S, 70° 54' W, 28 m alt. s/n mar.	año . .	4	4	3

Queremos llamar la atención que en vista de no tener a nuestra disposición los promedios anuales de *Ad* para las estaciones de Chile (per. 1911 a 1924) nos hemos visto obligados a usar para el cálculo del valor anual del índice de la variabilidad climática *K* los promedios de las amplitudes máximas y mínimas mensuales dados en la citada publicación de K. Knoch. Las estaciones argentinas tienen los valores anuales de *Ad*, calculados como el promedio de los doce valores mensuales de *Ad*. También para las otras estaciones del mundo, indicadas en la tabla que sigue, usamos las amplitudes *Ad* máximas y mínimas publicadas en los diferentes tomos del « Handbuch der Klimatologie », de W. Koeppen und R. Geiger.

Estaciones	Latitud	Longitud	Alt. s/n mar	Valores decimales anuales de <i>K</i>
Ambón (Archipiélago Zonda) . .	3° 42' S	128° 10' E	4	1
Isla Mocha (Chile)	38° 12' S	73° 58' W	20	1
Stykkisholmur (Islandia)	65° 5' N	22° 46' W	11	1
Isla Evangelista (Chile)	52° 24' S	75° 06' W	55	1
Lervick (Escocia)	60° 9' N	1° 9' W	34	1
Fort de France (Antillas). . . .	14° 36' N	61° 21' W	4	1
Apia (Islas Samoa)	13° 48' S	171° 45' W	6	2
Vera Cruz (Méjico)	19° 12' N	96° 08' W	16	2
Singapur (Malaca)	10° 47' N	106° 42' E	11	2
Batavia (Java)	6° 11' S	106° 50' E	8	2
Valentia (Irlanda)	51° 16' N	10° 15' W	9	2
Islas Orcadas (Argentina). . . .	60° 44' S	44° 39' W	7	2
Morro Lobos (Chile)	42° 04' S	73° 24' W	70	2
Bergen (Noruega)	60° 23' N	5° 21' E	17	3
Helder (Holanda)	52° 58' N	4° 46' W	6	3
Santos (Brasil)	23° 56' S	46° 19' W	3	3
Saigon (Indochina).	10° 47' N	106° 42' E	11	3
Chimac (Guatemala)	15° 29' N	90° 16' W	130	3
Mollendo (Perú)	17° 01' S	72° 02' W	24	3
Hokitika (Nueva Zelandia) . . .	42° 42' S	170° 49' W	4	3
Valdivia (Chile)	39° 48' S	73° 14' W	6	3
Taltal (Chile)	25° 25' S	70° 34' W	39	4
Kingston (Antillas)	18° 1' N	76° 48' E	7	4
Yarmouth (Canadá)	43° 50' N	66° 2' E	31	4
Greenwich (Inglaterra)	51° 28' N	00° 00'	45	4
Isla Malta	35° 55' N	14° 29' E		4
Puerto Gallegos (Argentina) . .	51° 37' S	69° 14' W	9	4
Las Palmas (Islas Canarias) . .	28° 7' N	15° 25' W	12	4
Berlín (Alemania)	52° 33' N	13° 21' E	35	5

Estaciones	Latitud	Longitud	Altura s/n mar	Valores decimales de K
Formosa (Argentina)	26° 13' S	58° 13' W	59	5
Angmagssalik (Groenlandia) . . .	65° 37' N	7° 34' W	29	5
San Fernando (Chile)	34° 35' S	71° 04' W	335	5
San Salvador	13° 14' N	89° 09' W	657	5
Helsinki (Finlandia)	60° 10' N	24° 7' E	4	5
Génova (Italia)	44° 25' N	8° 55' E	54	5
Toulouse (Francia)	43° 37' N	1° 26' E	194	6
Viena (Austria)	48° 15' N	16° 21' E	202	6
Santa Fé (Argentina)	31° 40' N	60° 42' W	26	6
Quebec (Canadá)	46° 48' N	71° 12' W	90	6
Cuzco (Perú)	12° 27' S	72° 00' W	3380	6
Méjico	19° 26' N	99° 08' E	2282	6
Lérida (España)	41° 38' N	0° 37' E	150	6
Salisbury (Africa)	17° 49' S	31° 03' E	1483	6
Azul (Argentina)	36° 45' S	59° 22' W	136	6
Marsella (Francia)	43° 18' N	5° 26' E	75	6
Sevilla (España)	37° 23' N	6° 1' W	20	7
Fredericton (Canadá)	46° 8' N	66° 42' W	49	7
Mostar (Yugoeslavia)	43° 20' N	17° 49' E	59	7
Bahía Blanca (Argentina)	38° 43' S	62° 16' W	25	7
Izaña (Islas Canarias)	28° 19' N	16° 30' W	2367	7
Bucarest (Rumania)	44° 25' N	26° 6' E	84	7
Madrid (España)	40° 24' N	3° 42' W	655	7
Puerto Madryn (Argentina)	42° 47' S	65° 02' W	14	7
Chihuahua (Méjico)	28° 38' S	106° 00' W	1423	8
Andalgalá (Argentina)	27° 30' S	66° 26' W	1072	8
Fresno (California)	36° 43' N	119° 49' W	100	8
Chos Malal (Argentina)	37° 22' S	70° 17' W	819	8
Uspallata (Argentina)	32° 40' S	69° 23' W	1753	9
Yuma (California)	32° 45' N	114° 36' W	43	10

Analizando estas dos últimas tablas, vemos que nuestra clasificación de la variabilidad climática es tal vez la que mejor describe un rasgo bien característico del clima en el sentido de los conceptos de continentalidad y maritimidad « efectiva ». En la planilla que corresponde a la Argentina, se puede observar el cambio del índice de variabilidad climática habido durante el año 1934, que se caracterizó por la cantidad de precipitación algo superior a la normal, en la zona triguera del país, en comparación con el índice del año 1937, en que se registró una sequía en la misma región. Comparando los índices de enero, julio y anual de estos dos años con los correspondientes al período de 1901-1920, se ve que generalmente en 19

Argentina aumentó la variabilidad climática durante los años 1934 y 1937, en contraposición a Chile, donde para los mismos años la invariabilidad climática era más acentuada.

Resumiendo, creemos que nuestra fórmula, por sus resultados, es más aceptable que la de Johansson-Gorzynsky (ver nota pág. 286), y concuerda con la experiencias climáticas sentidas. Además, como hablamos del índice de variabilidad (climática), no llegamos a los contrasentidos que resultan del índice de continentalidad.

El índice de variabilidad climática puede ser muy bajo, si efectivamente se trata de una situación marítima de un lugar (isla o costa), pero también puede tratarse de una situación simplemente tropical; por otro lado podemos tener valores neutros o relativamente altos en lugares insulares, como por ejemplo Izaña (Islas Canarias) por la situación especial que existe en el lugar referido.

No nos olvidemos que Europa pertenece a la gran masa terrestre de Eurasia, y por consiguiente lugares aún situados en la costa, con excepción del oeste, no tendrán valores muy bajos. Un estudio especial debe explicar las causas del valor de cada índice de variabilidad climática. Así, por ejemplo, ciertos lugares pueden ser influenciados por determinados vientos, vientos cordilleranos o de mar; igualmente tendrá influencia la calidad del suelo como la clase de vegetación (xerofítica o higrófila). El índice de variabilidad climática cambiará a valores más altos en una región donde la vegetación ha sido destruída.

Debemos llamar la atención sobre el hecho de que el índice de variabilidad climática solamente tendrá un valor biológico efectivo en comparación con el valor de la temperatura efectiva o la equivalente. Se entiende que el pequeño índice de variabilidad climática en las islas tropicales de Zonda o la ártica Islandia, debe apreciarse de un modo diferente; al mismo tiempo debemos tener presente que este índice necesita como suplemento el índice de la variabilidad del tiempo. Puede existir un índice muy bajo de variabilidad climática con frecuentes cambios de tiempo; igualmente un alto valor del índice de variabilidad climática puede estar combinado con una relativa constancia del estado del tiempo.

NOTA SOBRE LOS CROMOSOMAS DE «CORYACRIS. ANGUSTIPENNIS» ⁽¹⁾

POR ALFONSO CASTRONOVO

Las modernas teorías de la Genética, al ligar la herencia con los cromosomas de los seres vivientes, han despertado el natural interés de la Ciencia por saber si entre animales o plantas que presentan afinidad sistemática y tienen por lo tanto cierto «parentesco» entre ellos, hay también semejanza de los respectivos complejos cromosómicos, tanto en lo que se refiere al número, como a la morfología, estructura y comportamiento de los cromosomas.

Es de acuerdo a esta corriente de ideas que presenta notable interés, dentro de los ortópteros, la familia *Acrididae*, objeto de importantes estudios por diversos autores, entre los cuales citaré en primer plano a McClung y su escuela.

Esta breve nota tiene por objeto dar a conocer un género nuevo para la citología de ortópteros, y es una contribución a los estudios ya realizados en América del Sur por Saez (1930, 1931).

Agradezco al Prof. F. A. Saez las indicaciones y la ayuda que me fué proporcionada en la realización del presente trabajo.

MATERIAL Y MÉTODOS

El material empleado es *Coryacris angustipennis* (Bruner), cuya distribución geográfica comprende Brasil, Formosa, Chaco, Misiones y Santa Fe (Liebermann, 1939). Esto presenta interés, pues los ortópteros sudamericanos estudiados hasta el presente pertenecen en su máxima parte a la zona del Río de la Plata. Fué recogido por el Dr. J. F. Salellas en Paraná y pertenece a la colección del Prof. F. A. Saez, quien amablemente lo cedió para realizar este trabajo.

(1) Trabajo realizado en el Laboratorio de Citología de la Facultad de Agronomía de la Universidad Nacional de La Plata y aprobado en la Primera Reunión Argentina de Agronomía, celebrada en Buenos Aires, en abril de 1941.



FIG. 1



FIG. 2



FIG. 3

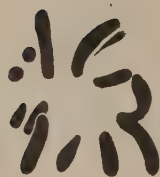


FIG. 4



FIG. 5

FIG. 1.—Vista polar de una metafase espermatogonial mostrando los 23 elementos del complejo. El cromosoma sexual aparece con su aspecto característico en este estado.

FIG. 2.—Metafase de espermatocito I con sus 12 elementos, vista de perfil. Desplazado hacia el polo superior, el cromosoma sexual.

FIG. 3.—Anafase de espermatocito I de perfil, con 11 elementos en el polo izquierdo y 12 en el derecho.

FIG. 4.—Metafase de espermatocito II con 11 cromosomas. (Vista polar).

FIG. 5.—Metafase de espermatocito II con 12 cromosomas. (Vista polar).

Agradezco la determinación hecha en el Instituto de investigaciones sobre la langosta, por el Dr. J. Liebermann.

El material fué fijado en la variante 3 al picro-formol-acético (Saez, 1927), incluido en parafina y cortado a 12 y 14 micrones. La coloración por hematoxilina férrica y por cristal violeta.

OBSERVACIONES

Se determinó en primer término el número de cromosomas del complejo pudiendo comprobar la presencia constante de 23 cromosomas en las espermatogonias, 12 en los espermatocitos I^o y 11 y 12 en los espermatocitos II^o de todos los individuos estudiados.

Un estudio individual de los cromosomas me permitió observar que todos pertenecen al tipo llamado subteloecéntrico por tener el centromero en su parte extrema proximal.

No he notado características morfológicas o estructurales de carácter especial en ninguno de los pares del complejo. No así en el cromosoma sexual que en la profase meiótica se condensa antes que los autosomas, presentándose como un cuerpo compacto, fuertemente coloreado y adosado a la membrana nuclear. En la metafase gonial, en cambio, presenta menor compacidad que los autosomas y aparece con aspecto granuloso y con menor intensidad en la coloración, como puede claramente observarse en la figura 1.

Este elemento es el primero en iniciar la anafase del espermatocito I^o, adelantándose a los otros cromosomas en la marcha hacia el polo (fig. 2).

Este comportamiento del cromosoma sexual es característico en los ortópteros y ya había sido observado por varios autores en otras especies pertenecientes a géneros diversos. Citaremos como ejemplo a Granata (1910) en su trabajo sobre *Pamphagus marmoratus*, y a Saez (1930) sobre *Schistocerca paranensis* y otros géneros.

Por sus tamaños he dividido los 11 pares de homólogos en tres grupos. El primero consta de dos pares grandes que miden de 5 a 6 micrones, el segundo de 8 pares medianos de tamaño decreciente entre 4,5 y 2 micrones, y el tercero de 2 pares chicos, aproximadamente de 1 micrón de longitud. El cromosoma sexual mide 5 micrones, siendo uno de los elementos mayores del complejo.

Estas observaciones comprueban, en un nuevo género, la uniformidad numérica del complejo cromosómico en la familia *Acerididae*.

BIBLIOGRAFIA CITADA

- GRANATA, L. (1910).—*Le cinesi spermatogenetiche di «Pamphagus marmoratus»*. (Burm.). Arch. f. Zellforsch. Vol. 5, Nº 2.
- LIEBERMANN, J. (1939).—*Catálogo sistemático y biogeográfico de los acridoideos argentinos*. Rev. Soc. Entomológica Argentina. Vol. 10, Nº 2.
- SAEZ, F. A. (1927).—*Algunas consideraciones técnicas sobre el estudio de los cromosomas*. Physis. Vol 8, pág. 481.
- SAEZ, F. A. (1930).—*Investigaciones sobre algunos ortópteros de América del Sur*. I. Número y organización de los complejos en cuatro géneros de acrididos. Rev. Museo de La Plata. Vol. 32, pág. 317.
- SAEZ, F. A. (1931).—*Organización y número de cromosomas en los ortópteros de América del Sud*. Actas Congr. Int. Biol. Montevideo. Vol. 7.

ASEGURE SU CAPITAL !



Hace años, un "caballero de fortuna" fundó una empresa que "pagaba" el 10 % de interés mensual. Resultado: los incautos que se dejaron seducir perdieron el capital y los intereses.

Otras personas son tan precavidas, que pierden los intereses para no exponer el capital.

Evite ambos extremos invirtiendo su dinero en una casa moderna de departamentos. Así, su capital, estará completamente

asegurado y le producirá un buen interés.

Pero, para obtener un buen resultado consulte a un profesional de la construcción. Su experiencia y conocimientos constituyen la mejor garantía para invertir su dinero en un edificio para renta. Edificio que, seguramente, será construido con hormigón, el material cuya comprobada solidez y duración ofrece amplia garantía tanto para el propietario como para el inquilino.

el
hormigón
dura
mas

COMPAÑIA ARGENTINA DE CEMENTO PORTLAND



RECONQUISTA 46 Bs AIRES
SARMIENTO 991 ROSARIO

COMPANIA DE SEGUROS
La Comercial e Industrial de Avellaneda
 SOCIEDAD ANONIMA

Incendio

Cristales

Avda. Mitre 429 (piso 1º) - Avellaneda — Unión Telefónica 22-7941



EL COMERCIO

COMPAÑIA DE SEGUROS A PRIMA FIJA

MAIPU 53 - Bs. As. - U. T. 34, DEFENSA 2181

VIDA - INCENDIOS - AUTOMOVILES

★

MARITIMOS - CRISTALES - GRANIZO

★

Presidente: Ernesto Mignaqui

Gerente: E. P. Bordenave



SUD AMERICA

Av. R. SAENZ PEÑA 530 - BUENOS AIRES

*La más poderosa y
 difundida en el país.*

Seguros de Vida en vigor:

\$ 314.049.622 m/l.

Reservas Técnicas:

\$ 51.579.226 m/l.

Pagado a Asegurados y Beneficiarios desde 1923:

\$ 99.933.945 m/l.

1878



1942

Usted hallará este monograma en todo el mundo, estampado sobre motores, heladeras, radiorreceptores, lámparas fluorescentes... ¡en una inmensa variedad de productos!

Es el emblema de la organización que, durante 64 años, marcha a la vanguardia en el dominio de la elec-

tricidad, produciendo *científicamente* a menor costo, para mayor confort, bienestar y felicidad del género humano.

Siempre que usted vea un producto con ese monograma, usted puede comprarlo con entera confianza: es el *símbolo de calidad*.

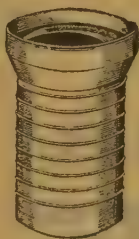
GENERAL  **ELECTRIC**
SOCIEDAD ANONIMA

Tucumán 117, Buenos Aires

Corrientes 732, Rosario

ARIENTI & MAISTERRA

EMPRESA CONSTRUCTORA



Caños de hormigón armado
para desagües pluviales.

Caños corrugados de concreto
simple, aprobados por Obras
Sanitarias de la Nación para
obras domiciliarias.

Absoluta Impermeabilidad.



SI SU PROVEEDOR NO LOS TIENE PIDALOS A SUS FABRICANTES

Av. VELEZ SARSFIELD 1851 - U. T. (21) 0075 - BUENOS AIRES

C R I S T A L E R I A S M A Y B O G L A S

Sociedad de Responsabilidad Limitada

CAPITAL \$ 1.000.000 m/n



ENVASES DE VIDRIO - TUBOS DE VIDRIO

BLOQUES PARA PISOS Y TABIQUES

Escritorio:

Caseros 3121
U. T. 61-0212

Fabrica:

Tabaré 1630
U. T. 61-3800

FABRICA DE CALES - MATERIALES DE CONSTRUCCION

O. GUGLIELMONI

IMPORTADOR

UNICO REPRESENTANTE
EN BUENOS AIRES DE LA *Fábrica Cerámica "ALBERDI" S. A.*

BUENOS AIRES

Oficinas y Ventas:

Avda. DE MAYO 634
U. T. (34) 2792 y 2793



RODAMIENTOS SKF

**BUENOS AIRES - ROSARIO - CORDOBA
TUCUMAN - MENDOZA Y PARANA**



FABRICANTES • REPRESENTANTES

Chapas de Toda Clase
Alcantarillas - Arcos - Puentes
Máquinas para Construcción
Moto-Niveladoras - Aplanadoras
Máquinas para Soldar
Electrodos y Accesorios
Metal Desplegado - Pinturas
Tubos y Caños

ARMCO ARGENTINA

SOC. ANON. IND. y COM.

BUENOS AIRES • ROSARIO • CORDOBA • TUCUMAN

TALLERES:

Av. Alcorta 3736 - Av. Velez Sarsfield 1103

ANGELERI, JACCUZZI & CIA.

Importadores

Artefactos para cuartos de baño, de lujo y económicos, en colores y blancos.

Unicos distribuidores de los caños de bronce marca ANACONDA y

Revestimiento de vidrio en colores y blanco, marca EROS
para cuartos de baño.

CALLAO 332
Buenos Aires

Casa Central
Rosario de Santa Fé

TALLERES MARI

SOC. DE RESP. LTDA.

PTE. LUIS SAENZ PEÑA 1836

Sucesores de ERNESTO MARI e Hijos - Fundador: ERNESTO MARI - Año 1886

U. T. 23 - 0584 - 5327

TODA MAQUINA PARA LA CONSTRUCCION:

Moladoras - Mezcladoras - Hormigoneras - Guinches Giratorios - Baldes - Canastos, etc.
Elevadores de Materiales - Montacargas Eléctricos - Pescantes, plumas, plataformas, etc.

MECANICA EN GENERAL:

Cualquier Repuesto para Automóviles y para Máquinas Industriales.

COMPAÑIAS ARGENTINAS DE SEGUROS

"LA ESTRELLA" S. A. Y "AMERICA"

PARA SUS BIENES ASEGURABLES, LES OFRECEN SUS AMPLIAS GARANTIAS
CIMENTADAS EN SU LARGA TRAYECTORIA DE VIDA ASEGURADORA

Teléfonos:

U. T. 31, 2747 - 2890 - 2727

471 - SAN MARTIN - 475
BUENOS AIRES



Descansada, tranquila, feliz, la moderna dueña de casa dispone de tiempo para cultivar su espíritu, atender relaciones, practicar deportes, etc. Los **APARATOS ELECTRICOS** simplifican de tal modo sus tareas domésticas, que prácticamente le permiten vivir mas de 24 horas por día.

*Disfrute Ud. también de las ventajas que brindan los **APARATOS ELECTRICOS**. En las Casas de Electricidad o en nuestras Exposiciones, puede adquirirlos en cómodas cuotas mensuales,*

COMPAÑIA ARGENTINA DE ELECTRICIDAD, S. A.

Av. Pto. R. Sáenz Peña 812



U. T. 34 Defensa 6001

SOCIOS ACTIVOS

Abrines, Héctor Aníbal
 Aguiar, Félix
 Albizzati, Carlos M.
 Alessi, Juan M.
 Alvarez de Toledo, Bell-sario
 Allende Lezama, Luciano P.
 Amoretti, Alejandro R.
 Anchorena, Juan E.
 André, Enrique de
 Afón Suárez, Vicente
 Aparicio, Francisco de
 Arce, Manuel J.
 Arnaudo, Silvio J.
 Avila Méndez, Delfín
 Bado, Atilio A.
 Bachmann, Ernesto
 Baglietto, Eduardo E.
 Balbiani, Atilio
 Ballani, Luis M.
 Bancalari, Agustín
 Bandoni, Alfredo J.
 Barabino Amadeo, S.
 Barral Souto, José
 Becke, Alejandro von der
 Berrino, Juan B.
 Bertino, José Carlos
 Bertomieu, Carlos A.
 Besio Moreno, Nicolás
 Bianchi Lischetti, A.
 Biggeri, Carlos
 Blanchard, Everard E.
 Blaquier, Juan
 Blasco, José
 Boaglio, Santiago
 Bonicini, Héctor
 Bonanni, Cayetano A.
 Bonello, Roberto
 Bontempi, Luis
 Bordas, Alejandro F.
 Bordenave, Pablo E.
 Borzi, Ana María
 Bosch, Gonzalo
 Bosio, Anecto J.
 Bottaro, Juan C.
 Bozzini, Luis (h.)
 Briano, Juan A.
 Bulch, Raúl
 Bula, Clotilde A.
 Bunge, Juan C.
 Buntempo, Guillermo
 Burkart, Arturo
 Busso, Eduardo B.
 Butty, Enrique
 Buzo, Alfredo
 Cailet Bois, Teodoro
 Canale, Humberto
 Capelli, Pedro F.
 Capurro, Roberto H.
 Carabelli, Juan José
 Carbone, Esteban

Carbonell, José J.
 Cárcova, Enrique de la
 Carelli, Antonio
 Carelli, Humberto H.
 Caride Massini, Pedro
 Carman, Ernesto
 Carniglia, José
 Casacuberta, Antonio
 Castellanos, Alberto
 Castello, Manuel F.
 Castiella, Julio R.
 Ceppi, Héctor
 Clos, Enrique C.
 Cock, Guillermo E.
 Coni Bazán, F. A.
 Curti, Orlando P.
 Curutchet, Luis
 Cios, Enrique C.
 Chanourdie, Enrique
 Chedufau, Edmundo C.
 Chizzini Melo, Aníbal F.
 D'Ascoli, Lucio
 Damianovich, Horacio
 Dassen, Claro C.
 Dasso, Ricardo L.
 De Cesare, Elías A.
 De Fina, Armando L.
 De Nardo, Juan B.
 Dennler, Jorge
 Deulofeu, Venancio
 Díaz, Emilio C.
 Díaz, Emilio L.
 Dieulefait, Carlos E.
 Doello-Jurado, Martín
 Dobranich, Jorge W.
 Domínguez, Juan A.
 Dubecq, Raúl E.
 Dueñas, José
 Duhau, Luis
 Dupont, Enrique
 Durafona y Vedia, A.
 Durrieu, Mauricio
 Escudero, Antonio
 Escudero, Pedro
 Faré, Santo S.
 Fernández, Alberto J.
 Fernández Díaz, A.
 Fernández, José S.
 Fernández Long, S.
 Fesquet Alberto E. J.
 Figini, Angel
 Figuerero, Hernando W.
 Fischer, Gustavo Juan
 Flores, Emilio M.
 Florit, Carlos J.
 Fossa Mancini, E.
 Franceschi, Alfredo
 Frenguelli, Joaquín
 Fünfkorn, Dívico A.
 Gadda, Carlos Manuel
 Gaffuri, Domingo
 Galmarini, Alfredo G.
 Gando, Alfredo R.

Gandolfi Herrero, Augusto
 Gandolfo, José S.
 Gascón, Alberto
 Gaspaz, Fernando L.
 Gaviña Alvarado, Elías R.
 Géneau, Carlos E.
 Gerardi, Donato
 Ghigliazza, Sebastián
 Glagnoni, Bartolomé E.
 Giannone, José
 Glusti, Leopoldo
 Gottschalk, Otto
 Grieben, Arturo
 Gutiérrez, Ricardo J.
 Herbin, Luis A.
 Hermitte, Enrique
 Herrera Vegas, M.
 Herzer, Bernardo
 Hickethier, Carlos F.
 Hofmann, Herbert
 Houssay, Bernardo A.
 Hoyo, Arturo
 Igarúa, Luis María
 Irigoyen, Luis H.
 Ivanissevich, Ludovico
 Jorge, José M.
 Jakob, Cristofredo
 Kapus, Ervin E.
 Kervor, Juan B.
 King, Diarmid O.
 Kinkellin Pelletán, Eugenio de
 Kinkellin Pelletán, J. C. de
 Knie, Guillermo
 Knoche, Walter
 Krapp, Eduardo
 Labarthe, Julio
 Lagunas, Simón
 La Menza, Francisco
 Laporte, Luis B.
 Larco, Esteban
 Lasso, Alfredo F.
 Latzina, Eduardo
 Leguizamón Ponda, Martiniano
 Liebermann, José
 Lignéres, Roberto
 Lizer y Trelles, C. A.
 Lombardi, Alberto
 López Sommaschini, Antonio J.
 Loyarte, Ramón G.
 Llauro, José
 Magnin, Jorge
 Mainini, Carlos
 Mallol, Emilio
 Mamberto, Benito
 Manera, Edmundo
 Marcó del Pont, E.
 Marchionatto, Juan B.

Martignone, Eduardo
 Martini, Ardolino
 Marotta, F. Pedro
 Marotta, R. Armando
 Mazza, Sigfrido C.
 Méndez, Julio
 Meoli, Gabriel
 Meoli, Humberto
 Mercan, Agustín
 Meriggi, Juan C.
 Mermoz, Francisco A.
 Micheletti, José A.
 Molino, José F.
 Molle, Clotilde C.
 Montes, Vicente E.
 Gutiérrez, Ricardo J.
 Moragues Bernat, Jaime
 Moreno, Evaristo V.
 Mouchet, Enrique
 Muratti, Natalio
 Nagera, Juan José
 Natale, Alfredo
 Natale, Ernesto
 Navarro Viola, Jorge
 Negrete, Lucía
 Negri, Mario L.
 Ogloblin, Alejandro
 Oliveri, Alfredo E.
 Ortiz, Aníbal A.
 Ortiz de Rosas, Jorge
 Otamendi, Gustavo
 Ottonello, Héctor
 Ottonello, Néstor J.
 Páez, José María
 Page, Franklin Nelson
 Paltoví, y Oliveras A.
 Paquet, Carlos
 Parodi, Edmundo
 Parodi, Lorenzo R.
 Pastore, Franco
 Paz Anchorena, José M.
 Pérez Hernández, A.
 Pérez Martínez, Aníbal
 Perrone, Cayetano
 Pestalardo, Agustín
 Pini, Aldo S.
 Pistarelli, Julio A.
 Plá, Cortés
 Platz, Hubert
 Posadas, Carlos
 Quinos, José Luis
 Quinterno, Bruno F.
 Quiroga, Pedro R.
 Raimondi, Alejandro
 Raffo, Bartolomé M.
 Ramaccioni, Danilo
 Ramallo, Carlos M.
 Ratto, Héctor R.
 Rehueto, Emilio
 Reece, William Aher
 Repetto, Blas Angel
 Repossini, José
 Risotto, Atilio A.
 Rizzoli, Ricardo H.

Robles, Angel A.	Sarhy, Juan F.	Spinetto, David J.	Vidal, Eduardo
Rodríguez Aravena, S.	Sarrabayrouse, Eugenio	Spota, Víctor J.	Vignati, Milcíades A.
Rodríguez, Miguel	Savon, Marcos A.	Storni, Segundo R.	Vignaux, Juan C.
Roffo, Angel H.	Schnack, Benno J.	Tarragona, José	Villalobos Domínguez,
Roffo, Juan	Schneider, Otto	Tello, Eugenio	Cándido
Roldán, Raimundo	Schulz, Guillermo	Torre Bertucci, Pedro	Vinardell, Alberto
Rokotnitz, Otto	Selva, Domingo	Torello, Pablo	Volpatti, Eduardo
Rosell Soler, Pedro	Selzer, Samuel	Tossini, Luis	Wainer, Jacobo
Ruata, Luis E.	Sesma, Angel	Trelles, Rogelio A.	Wunenburger, Gastón
Ruiz Moreno, Adrián	Sheahan, Juan F.	Trucco, Sixto E.	Wauters, Carlos
Ruiz Moreno, Isidoro	Simonoff, Miguel	Turdera, Raúl D.	Wernicke, Raúl
Sabarria, Enrique	Simons, Hellmut	Valeiras, Antonio	White, Guillermo J.
Salomón, Hugo	Sirí, Luis	Valentini, Argentino	Yepes, José
Samplero, Adolfo D.	Sobral, Arturo	Valentinuzzi, Máximo	Zamboni, Agustín
Sánchez Díaz, Abel	Solari, Emilio F.	Vallebella, Colón B.	Zappi, Enrique V.
Sánchez, José Ricardo	Solari, Miguel A.	Vallejo, Segundo E.	Zuloaga, Angel M.
Sánchez, Gregorio L.	Somonte, Eduardo	Vanosni, Reinaldo	
Sanromán, Iberio	Sordelli, Alfredo	Varela Gil, José	
Santángelo, Rodolfo	Soler, Frank L.	Veyga, Francisco de	

SOCIOS ADHERENTES

Bazzanella, José	García, Eduardo D.	Milesi, Emilio Angel	Rusconi, Carlos
Carrera, César J. M.	Gorcha, Agustín C.	Molino, Rubén H.	Sadosky, Manuel
Cotlar, Mischa	Greenway, Daniel J.	Monteverde, José J.	Stacco, Alberto Carlos
Chiodin, Alfredo S.	Krieger, Gordon C.	Recoder, Roberto F.	Tortorelli, Lucas A.
Elizondo, Francisco M.	Lacrau, Juan Pedro	Repetto, Cayetano	Viticcioli, Fernando
Ferramola, Raúl	Mailhos, Luis E.	Reynal, Jorge E.	Wechsler, Wolf

CASAS ADHERENTES

Angel Estrada y Cía.	De la Puente y Busta-	Lutz, Ferrando y Cía.	Polledo Hnos. y Cía.
Benvenuto y Cía.	mante	Hijos de Attilio Massone	Rezzani y Esperne
Caminos y Construccio-	D'Elia, Antonio	Otto Hess, S. A.	Rivara y Cía.
nes Argentinas - CYOA	Establecimientos Indus-	Peña, Guillermo A.	Siemens-Bauunion
Compañía General de	triales "Febo"	Jacobo Peuser, S. A.	T. Gr. "Tomás Palumbo"
Construcciones	Italo Argentino Puricelli	Lida.	Wayss y Freytag
	Latham Urtubey, Agus-		
	tin O.		

SOCIO VITALICIO

Huergo, Eduardo María

MIEMBROS PROTECTORES DE LA ORGANIZACION DIDACTICA DE BUENOS AIRES

Anchorena, Juan E. | Besio Moreno, Nicolás | Tornquist, E. y Cía. (Lda).

SECCION CORDOBA

COMISION DIRECTIVA

Presidente delegado, Dr. Juan Olsacher; Secretario, Prof. Tulio Mácola; Tesorero, Agrº Bernardo Pilotto.

SOCIOS ACTIVOS

Brandan, Ramón A.	Deheza, Eduardo	Godoy, Salvador A.	Mirizzi, Pablo Luis
Brogia, Alberto A.	Esteban, Fernando	Hosseus, Carlos Curt	Olaf Lützow, Holm
Carlomagno, José	Fernández, Miguel	Mácola, Berardo A.	Olsacher, Juan
Chaudet, Enrique	Fontana, Lorenzo F.	Mácola, Tulio	Padula, Federico

Pasqualini, Clodoveo
Peláez, J. Gambastiani
de

Pilotto, Bernardo
Ponce Laforgue, Carlos

Rothlin, Edwin
Vercello, Carlos

Yadarola, Mauricio L.
Zimmer, Meade L.

SECCION SANTA FE

COMISION DIRECTIVA

Presidente, Ing^o Quím. Guillermo Berráz; Vice-presidente, Ing^o Agr. Bruno Santini; Secretario de correspondencia, Ing^o Quím. Oscar S. Mallea; Secretario de actas, Per. Quím. Víctor S. Nicollier; Tesorero, Ing^o Quím. Rafael O. Méndez; Vocales titulares: Prof. Rolando Hereñú e Ing^o Agr. Arturo Ragonese; Vocales suplentes: Ing^o Francisco E. Urondo e Ing^o Quím. José Salgado; Encargado de Publicaciones, Ing^o José Babini; Encargado de Canje, Ing^o Quím. Rodolfo Rouzaut.

SOCIOS ACTIVOS

Anadón, Leónidas	Fester, Gustavo A.	Méndez, Rafael O.	Puente, Nemesio G. de la
Arlotti, Juan Carlos	Giscafre, Lorenzo	Minervini, José	Ragonese, Arturo E.
Babini, José	Gollán, Josué (h.)	Montpellier, Luis Mar-	Reinara, Sergio
Berraz, Guillermo	González G., Wenceslao	cos	Rouzaut, Rodolfo
Bertuzzi, Francisco A.	Hereñú, Rolando	Mounier, Celestino	Salaber, Julio
Bossi, Celestino	Hotschewer, Curto	Muzzio, Enrique	Salgado, José
Cerana, Miguel	Julá, Tórrá Antonio	Nicollier, Víctor S.	Santini, Bruno L. P.
Claus, Guillermo	Kleer, Gregorio	Nigro, Angel	Schivazappa, Mario
Cohan, Marcos	Lachaga, Dámaso A.	Niklison, Carlos A.	Simonutti, Attilio A.
Courault, Pablo	Lexow, Siegfried G.	Oliva, José	Tissembaum, Mariano
Crouzelles, A. L. de	Mal, Carlos	Peresutti, Luis	Urondo, Francisco E.
Cruellas, José	Mallea, Oscar S.	Piazza, José	Vergara, Emilio A.
Christen, Carlos	Mántaras, Fernando	Piñero, Rodolfo	Virasoro, Enrique
Christen, Rodolfo G.	Martino, Antonio E.	Pozzo, Hiram J.	Zárate, Carlos C.

SECCION MENDOZA

COMISION DIRECTIVA

Presidenta, Dr. Eduardo Carette; Vice-Presidente, Ing^o Cayetano C. Picclone; Secretario, Sr. Adrián Rufa Leal; Tesorero, Sr. Manuel Tellechea; Bibliotecario, — Vocales: Dr. Juan B. Lara; Ing^o Juan P. Toso; Ing^o Angel Stura; Sr. Ranulfo Rosales; Dr. Juan P. Paganotto; Dr. Mario Bidone.

SOCIOS ACTIVOS

Ayala Castagnino, G.	Croce, Francisco M.	Minoprio, José D. J.	Rufa Leal, Adrian
Bacal, Benjamín	Dodds, Leonel	Navarro Correas, José A.	Sáez Medina, Miguel
Benegas, Raúl	Gamba, Otto	Paganotto, Juan P.	Serra, Luis Angel
Bidone, Mario	Gomensoro, José N.	Patíño, Roberto V.	Silvestre, Tomás
Borsani, Carlos Pablo	Jofré, Alberto L.	Picclone, Cayetano C.	Suárez, Jorge Carlos
Burga, Pedro A.	Lara, Juan B.	Ponce, José Raúl	Tellechea, Manuel
Carette, Eduardo	Lombardozi, Vicente P.	Rosales, Ranulfo S.	Toso, Juan P.
Christensen, Jorge R.			

SECCION LA PLATA

COMISION DIRECTIVA

Presidente, Dr. Alberto E. Sagastume Berra; Secretario, Dr. Roberto A. Crespi Gherzi; Tesorero, Dr. Carlos J. B. Teobaldo; Vocales: Dr. Humberto Giovambattista, Dr. Ernesto R. Sabato, Dr. Tomás Pera, Ing^o Manuel Ucha Udabe.

SOCIOS ACTIVOS

Alsina Fuertes, Fidel	Arroyo Basaldúa, Vic-	Brau, Eduardo F.	Coria, Pedro E.
Angli, Jerónimo	tor M.	Burgueño, José Luis	Cortelezzi, Juana

Grespi Gherzi, Roberto A.	Lockart, Carlos E.	mando	Sáez, Francisco A.
Christmann, Federico E.	Loedel Palumbo, Enrique	Nico, Raúl	Sagastume, Carlos A.
Daló, Héctor R.	Mac Donagh, Emiliano J.	Oliva, Virgilio	Sagastume Berra, A. E.
Gascón, Jorge	Madrid, Diógenes	Paternosto, Pedro G.	Scheggia, Eduardo R.
Gershánik, Simón	Magliano, Hilario	Pera, Tomás Carlos	Teobaldo, Carlos
Giovambattista, Humberto	Marquez, Aníbal R.	Platzcek, Ricardo P.	Trejo, César A.
Inda, Carmen	Marmont, Ángel	Ringuelet, Emilio J.	Ucha Udahe, Manuel
Landolfi, José María	Massimino, Blas	Romano Yalour, Juan G.	Vucetich, Danilo C.
Lizarán, Fernando	Méndez, José D.	Sabato, Ernesto R.	Wilkins, Alejandro
	Mignanego, Alberto Ar-	Sabato, Juan	

SECCION TUCUMAN

COMISION DIRECTIVA

Presidente, Ing. Arturo M. Guzmán; Secretarios, Dr. Luis N. Pizzorno; Tesorero, Dr. Félix Cernuschi; Vocales: Dr. José Würschmidt, Dr. Alejandro Terracini, Dr. O. Rodolfo Pepe, Dr. Dacio Deza Cenget.

SOCIOS ACTIVOS

Altieri, Radamés A.	Escalante, Dardo A.	Manoff, Isaac	Santillán, Prudencio
Benvenuto, Terracini, Aron	Postana, Iván R.	Nanni, Luis Fernando	Schegg, Alfredo
Bialsten, Raúl J.	Freiberg, Salomón	Novillo, Napoleón R.	Silvetti, Luis María
Boggiatto, Dante E.	Pozio, Osvaldo A.	Peirano, Abel A.	Soria Bravo, Custodio
Cecilio, Armando	Frondizi, Risieri	Pesca Guzmán, Solano	Sorol, Rafael V.
Cernuschi, Félix	Greve, Walther	Pepe, O. Rodolfo	Storni, Julio S.
Cetrángolo, Guillermo	Guzmán, Arturo M.	Pizzorno, Luis N.	Terracini, Alejandro
Conceicao de la Cruz, Alfonso	Hernando Balmori, Clemente	Robín, Maximiliano V.	Treves, Renato
Cross, William E.	Herrera, Félix E.	Rodríguez Marquina, Ello	Ulenghi, Alejandro S.
Cuenya, Carlos (h.)	Ibáñez, Adolfo P.	Rohmeder, Guillermo	Verna, Luis C.
Descole, Horacio R.	Jung, Walter	Saleme, Ernesto M.	Victoria, Virgilio A.
Deza Cenget, Dacio	Lázaro, Juan F. de	Sánchez Reulet, Aníbal	Virla, Eugenio F.
	Lebrón, Enrique Juan	Santillán, Luis A.	Würschmidt, José

SOCIOS CORRESPONDIENTES

Aguiar y Santillán, R.	México	Hijar y Haro, Luis	México
Alvarez, Antenor	Sgo. del Estero	Janet, Pierre	París
Amaral, Afranio de	San Pablo (Br.)	Jiménez de Asúa, Luis	Madrid
Avendaño, Leónidas	Lima	Kelper, Guillermo	Berlín
Bachmann, Carlos J.	Lima	Langevin, Paul	París
Bolívar, Ignacio	Madrid	Levi, Peppo	Rosario
Bonarelli, Guido	Gubbio (It.)	Lobo, Bruno	Río de Janeiro
Borel, Emilio	París	Mardones, Francisco	Santiago (Ch.)
Bruch, Carlos	Olivos (Bs. As.)	Molina, Enrique	Concep. (Ch.)
Cabrera, Blas	Madrid	Monjaráz, Jesús E.	México
Campos Porto, Pablo	Río de Janeiro	Montel, Paul	París
Carabajal, Melitón M.	Lima	Moretti, Gaetano	Milán
Chester Bradley, J.	Ithaca, N. Y.	Oliver Schneider, Carlos ...	Concep. (Ch.)
Darmois, Eugenio	Nancy (Fr.)	Pereira d'Andrade, Lencastre	Nova Goa (I. P.)
Darmois, Georges	París	Perrin, Tomás G.	México
Dávila, Rubén	Santiago (Ch.)	Perrino, Carlos D.	Córdoba
Escomel, Edmundo	Lima	Pi y Suñer, Augusto	Barcelona
Flebrich, Carlos	Munich (Al.)	Porter, Carlos E.	Santiago (Ch.)
Fontecilla Larrain, Arturo...	Santiago (Ch.)	Reyes Cox, Eduardo	Santiago (Ch.)
Fort, Michel	Lima	Rosenblatt, Alfred	Lima
García Godofredo	Lima	Rowe, Leo S.	Washington
González del Riego, Felipe ..	Lima	Tello, Julio C.	Lima
Goodspeed, Thomas H.	Berkeley, Calif.	Terracini, Alejandro	Tucumán
Greve, Germán	Santiago (Ch.)	Valle, Rafael H.	México
Guinier, Phillibert	Nancy (Fr.)	Vélez, Daniel M.	México
Hadamard, Jacques	París	Villarán, Manuel V.	Lima
Haurman, Luciano	Bruselas	Vitoria, Eduardo	Barcelona
Hernández, Juvenal	Santiago (Ch.)		